



日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 1 月 2 8 日
Date of Application:

出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 0 1 9 0 3 7
Application Number:

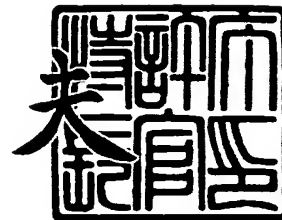
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 3 - 0 1 9 0 3 7]

出 願 人 トヨタ自動車株式会社
Applicant(s):

2 0 0 3 年 1 2 月 1 5 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康





【書類名】 特許願

【整理番号】 020913JP

【提出日】 平成15年 1月28日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 F02D 45/00
F02D 41/00
F02D 29/02
B60L 11/14

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

【氏名】 片岡 顕二

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

【氏名】 日下 康

【特許出願人】

【識別番号】 000003207

【氏名又は名称】 トヨタ自動車株式会社

【代理人】

【識別番号】 100107331

【弁理士】

【氏名又は名称】 中村 聡延

【電話番号】 03-5524-2323

【選任した代理人】

【識別番号】 100099645

【弁理士】

【氏名又は名称】 山本 晃司

【電話番号】 03-5524-2323

**【選任した代理人】****【識別番号】** 100104765**【弁理士】****【氏名又は名称】** 江上 達夫**【電話番号】** 03-5524-2323**【手数料の表示】****【予納台帳番号】** 131957**【納付金額】** 21,000円**【提出物件の目録】****【物件名】** 明細書 1**【物件名】** 図面 1**【物件名】** 要約書 1**【プルーフの要否】** 要



【書類名】 明細書

【発明の名称】 内燃機関の停止位置推定装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 内燃機関のクランク軸に連動するモータ又はジェネレータの少なくとも一方の機能を有するモータジェネレータを備える内燃機関の停止位置推定装置において、

前記モータジェネレータの回転位置を検出する第 1 の検出手段と、

前記クランク軸のクランク角度を検出する第 2 の検出手段と、

前記モータジェネレータの回転位置及び前記クランク角度に基づいて、前記内燃機関の停止位置を推定する推定手段と、を備えることを特徴とする内燃機関の停止位置推定装置。

【請求項 2】 前記第 1 の検出手段が検出した前記回転位置に基づいて前記内燃機関の回転方向を検出する回転方向検出手段を備え、

前記推定手段は、前記回転方向と、前記第 2 の検出手段が検出した前記クランク角度とに基づいて、前記内燃機関の停止位置を推定することを特徴とする請求項 1 に記載の内燃機関の停止位置推定装置。

【請求項 3】 前記第 1 の検出手段が検出した前記回転位置に基づいて前記内燃機関のクランク角度を推定するクランク角度推定手段と、

前記第 2 の検出手段が検出したクランク角度に基づいて、前記推定されたクランク角度を補正する補正手段と、を備えることを特徴とする請求項 1 に記載の内燃機関の停止位置推定装置。

【請求項 4】 前記内燃機関の回転数を検出する手段を備え、

前記補正手段は、検出された回転数が所定範囲内である場合にのみ前記推定されたクランク角度を補正することを特徴とする請求項 3 に記載の内燃機関の停止位置推定装置。

【請求項 5】 前記補正手段は、前記クランク角度推定手段により推定されたクランク角度が前記第 2 の検出手段により検出されたクランク角度と一致するように、前記推定されたクランク角度を補正することを特徴とする請求項 3 又は 4 に記載の内燃機関の停止位置推定装置。

【請求項 6】 前記補正手段は、前記クランク角度推定手段により推定されたクランク角度と、前記第 2 の検出手段により検出されたクランク角度との誤差が所定の標準誤差より大きい場合には、前記推定されたクランク角度の補正を行わないことを特徴とする請求項 3 乃至 5 のいずれか一項に記載の内燃機関の停止位置推定装置。

【請求項 7】 前記クランク角度推定手段により推定されたクランク角度と、前記第 2 の検出手段により検出されたクランク角度との誤差が所定の標準誤差の範囲内にある場合に、推定精度が確保されていることを示す推定精度情報を出力する手段を備えることを特徴とする請求項 3 乃至 6 のいずれか一項に記載の内燃機関の停止位置推定装置。

【請求項 8】 前記補正手段は、
前記クランク角度推定手段により推定されたクランク角度と、前記第 2 の検出手段により検出されたクランク角度との誤差を検出する誤差検出手段と、
検出された所定数の誤差に基づいて、前記標準誤差を決定する手段と、を備えることを特徴とする請求項 6 又は 7 に記載の内燃機関の停止位置推定装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、内燃機関の停止制御に関し、特に内燃機関の停止位置を推定する停止位置推定装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

近時、環境保全若しくは省資源エネルギー化等の観点から、アイドリング時の燃料消費量及び排出ガスの低減などを図るため、車両が停止すると内燃機関（以下、「エンジン」ともいう。）を自動停止し、停止状態から発進指示があるとエンジンを自動的に再始動して車両を発進させるエンジン停止始動制御装置が知られている。この制御は、「アイドリングストップ」などとも呼ばれている。

【0003】

アイドリングストップ技術を自動的に行う場合、エンジンの始動時の必要エネ

ルギーを最小とするためには、エンジンの停止位置を制御することが有効であることがわかってきている。エンジン始動時の必要エネルギーを最小とすることにより、モータジェネレータ（MG）などの、アイドリングストップ後のエンジン始動装置を小型化できるとともに、電気エネルギーを小さくすることでバッテリーの寿命を長くすることができるという利点がある。

【0004】

エンジンの停止位置を制御する手法としては、クランク角センサの出力に基づいて、エンジン停止時の逆転動作を考慮してエンジン停止位置を推定する手法が提案されている（例えば、特許文献1を参照）。

【0005】

なお、エンジンの停止制御に関するものとして、クランク角センサを利用して検出した絶対クランク角度に基づいて、モータジェネレータを動作させ、所定の範囲内にエンジンを停止させる手法も提案されている（例えば、特許文献2を参照）。

【0006】

【特許文献1】

特開2002-70629号公報

【特許文献2】

特開平9-264235号公報

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、特許文献1に例示されるような、クランク角センサの出力のみを利用してエンジン停止位置を推定する方法は、推定処理のロジックが複雑であるという問題がある。

【0008】

本発明は、以上の点に鑑みてなされたものであり、複雑な演算処理を要することなく、正確にエンジン停止位置を推定することが可能な内燃機関の停止位置推定装置を提供することを課題とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】

本発明の1つの観点によれば、内燃機関のクランク軸に連動するモータ又はジェネレータの少なくとも一方の機能を有するモータジェネレータを備える内燃機関の停止位置推定装置は、前記モータジェネレータの回転位置を検出する第1の検出手段と、前記クランク軸のクランク角度を検出する第2の検出手段と、前記モータジェネレータの回転位置及び前記クランク角度に基づいて、前記内燃機関の停止位置を推定する推定手段と、を備える。

【0010】

上記の内燃機関の停止位置制御装置は、例えばエコラン車両やハイブリッド車両など、機関のクランク軸にモータ又はジェネレータの機能が連結されたタイプの車両に適用される。機関の回転はクランク軸を介してモータジェネレータに伝達されてモータジェネレータを回転させる。モータジェネレータの回転位置は、第1の検出手段により検出される。また、機関のクランク軸の角度は第2の検出手段により検出される。そして、検出されたモータジェネレータの回転位置と、検出されたクランク角度に基づいて、内燃機関の停止時における停止位置、例えばクランク角度が推定される。モータジェネレータは機関のクランク軸に連動しているため、モータジェネレータの回転位置は機関の回転に対応している。よって、検出されたモータジェネレータの回転位置と、検出されたクランク角度を利用することにより、正確に内燃機関の停止位置を推定することができる。

【0011】

上記の内燃機関の停止位置推定装置の一態様は、前記第1の検出手段が検出した前記回転位置に基づいて前記内燃機関の回転方向を検出する回転方向検出手段を備え、前記推定手段は、前記回転方向と、前記第2の検出手段が検出した前記クランク角度とに基づいて、前記内燃機関の停止位置を推定する。

【0012】

内燃機関の停止時にクランク軸の駆動力が除去されると、機関の停止直前には圧縮行程にある気筒のコンプレッション反力により内燃機関のクランク軸の回転が反転したり、さらにその後に膨張行程にある気筒に生じる反力によりクランク軸の回転が再度反転したりする現象が起きる。よって、内燃機関の回転方向を検出

し、回転方向を考慮してクランク角度の変化を推定することにより、内燃機関の停止位置を正確に推定することが可能となる。

【0013】

上記の内燃機関の停止位置推定装置の他の一態様は、前記第1の検出手段が検出した前記回転位置に基づいて前記内燃機関のクランク角度を推定するクランク角度推定手段と、前記第2の検出手段が検出したクランク角度に基づいて、前記推定されたクランク角度を補正する補正手段と、を備える。

【0014】

モータジェネレータは内燃機関のクランク軸と連動しているため、モータジェネレータの回転位置に基づいて機関のクランク角度を推定することができる。モータジェネレータの回転位置から推定されるクランク角度は、一般的にクランク角センサから検出されるクランク角度より分解能が高く、また、機関の反転も検出できるという長所を有するが、クランク軸の絶対角度ではない。一方、機関の絶対クランク角度は例えばクランク角センサなどの機関に取り付けたセンサ側で直接的に検出することができる。よって、機関のセンサから直接的に検出された絶対クランク角度を用いて、モータジェネレータの回転位置に基づいて間接的に得られた高分解能の相対クランク角度を補正することにより、推定されたクランク角度の精度を向上させることが可能となる。

【0015】

上記の内燃機関の停止位置推定装置の一態様は、前記内燃機関の回転数を検出する手段を備え、前記補正手段は、検出された回転数が所定範囲内である場合にのみ前記推定されたクランク角度を補正する。

【0016】

機関の回転数が高くなりすぎると、モータジェネレータの回転位置に基づいてクランク角度を推定する演算処理の負荷が増大する。また、機関の回転数が低くなりすぎると、機関に取り付けられたセンサなどによるクランク角度の検出精度が大きく低下してしまう。よって、機関の回転数が所定範囲内にある場合にのみ、補正手段による補正を行うこととして、処理負荷の増大や、補正精度の低下などを防止することができる。

【0017】

好適な実施例では、補正手段は、前記クランク角度推定手段により推定されたクランク角度が前記第2の検出手段により検出されたクランク角度と一致するように、前記推定されたクランク角度を補正することができる。

【0018】

上記の内燃機関の停止位置推定装置の一態様では、前記補正手段は、前記クランク角度推定手段により推定されたクランク角度と、前記第2の検出手段により検出されたクランク角度との誤差が所定の標準誤差より大きい場合には、前記推定されたクランク角度の補正を行わない。

【0019】

モータジェネレータの回転位置に基づいて推定されたクランク角度と、機関のクランク軸から検出したクランク角度との誤差は、通常は、例えばモータジェネレータとクランク軸とを連結させているベルトのすべりや、モータジェネレータの回転位置からクランク角度を推定する演算処理上の誤差などに起因するものであり、それほど大きく変動する性質のものではない。よって、通常の動作中において生じる範囲の誤差を所定の標準誤差として予め定めておき、それより大きい誤差が生じた場合は、例えばノイズなどの突発的な原因により生じたものと判断して、補正を行わないこととする。こうして、ノイズなどにより生じた誤差に基づいて誤った補正を行うことを防止することができる。

【0020】

上記の内燃機関の停止位置推定装置の一態様では、前記クランク角度推定手段により推定されたクランク角度と、前記第2の検出手段により検出されたクランク角度との誤差が所定の標準誤差の範囲内にある場合に、推定精度が確保されていることを示す推定精度情報を出力する手段を備える。

【0021】

この態様によれば、モータジェネレータの回転位置に基づいて推定されたクランク角度と、クランク角センサなどにより検出されたクランク角度との誤差が標準誤差の範囲内である場合は、本装置による推定が予定通り行われ、推定精度が確保されていることを示す推定精度情報が出力される。よって、例えば推定精度

情報を参照して、推定精度が確保されている場合には、アイドリングストップ時などの機関の停止制御中に推定結果を利用するか、推定精度に応じて始動時の始動方法を制御するなど、停止位置の推定精度情報を利用して各種の制御を実行することが可能となる。

【0022】

上記の内燃機関の停止位置推定装置の一態様では、前記補正手段は、前記クランク角度推定手段により推定されたクランク角度と、前記第2の検出手段により検出されたクランク角度との誤差を検出する誤差検出手段と、検出された所定数の誤差に基づいて、前記標準誤差を決定する手段と、を備える。これにより、例えば所定回数にわたって得られた誤差に基づいて、標準誤差、つまり推定処理が安定的に行われているときに生じる誤差の範囲を適切に決定することができる。

【0023】

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照して本発明の好適な実施の形態について説明する。

【0024】

〔車両の構成〕

まず、本発明に係る内燃機関の停止位置推定手法を適用した車両の概略構成を説明する。本発明に係る内燃機関の停止制御装置は、アイドリングストップ技術を適用したいわゆるエコラン車両又はハイブリット車両などを対象とする。「エコラン車両」とは、主としてエンジンの始動を目的とした電動機（モータジェネレータ）を搭載し、アイドリングストップによるエンジンの停止後、モータジェネレータによりエンジンを自動的に再始動する車両である。また、「ハイブリット車両」とは、エンジン及びモータジェネレータをそれぞれ動力源とするパワーtrainである。ハイブリット車両では、走行状態に応じてエンジン及びモータジェネレータの両者を協働させ、あるいは使い分けて、滑らかでレスポンスのよい動力性能を得ることができる。

【0025】

図1に、本発明に係る車両10のシステム構成を示す。

【0026】

車両10は、図1に示すように、DCスタータ1と、エンジン2と、エンジン2から出力される駆動力により発電すると共にエンジン2を始動する際のセルモータとして駆動可能なモータジェネレータ3と、モータジェネレータ3等を制御するためのモータ制御装置4と、モータ制御装置4を介してモータジェネレータ3等と電力の授受を行う電源装置5と、モータジェネレータ3、モータ制御装置4及び電源装置5を各々接続する電源ケーブル6と、エンジン2から発生する駆動力を車輪に伝える動力伝達装置7と、車輪8とを備える。

【0027】

次に、上記各構成について、図1を参照して説明する。

【0028】

DCスタータ1は、エンジン2を始動させる直流方式のセルモータである。DCスタータ1はシャフトを有し、イグニションスイッチがON状態とされることにより、12V電源装置からの電力供給を受けて、そのシャフトを回転させる。DCスタータ1のシャフトが回転することにより、エンジン2のクランクシャフトが回され、エンジン2を始動する。具体的には、DCスタータ1のシャフトの先端部には、ピニオンギアが取り付けられている。ピニオンギアは、エンジン2のクランクシャフトに設けられたフライホイールのリングギアと噛み合っている。そのため、DCスタータ1は、エンジン2の始動により12V電源装置から電力供給を受けると、そのピニオンギアがフライホイールのリングギアと噛み合って回転し、フライホイールを回転させる。これにより、所定気筒数のピストンが連結されたクランクシャフトが回転させられるため、その回転駆動力によりエンジン2を始動することができる。なお、エンジンの始動のためにクランクシャフトを駆動することを「クランキング」と呼ぶ。

【0029】

エンジン2は、シリンダ内の混合気を爆発させて、動力を発生する内燃機関である。内燃機関には、ガソリンを燃料とするガソリンエンジン、又は軽油などを燃料とするディーゼルエンジンなどがある。ガソリンエンジンには、クランクシャフトが2回転する間に、吸気、圧縮、膨張、排気の1サイクルを完了して動力

を発生する 4 サイクルガソリンエンジン、又はクランクシャフトが 1 回転する間に前記の 1 サイクルを完了する 2 サイクルガソリンエンジンがある。なお、本実施形態における車両 10 は、4 サイクルガソリンエンジンであるとする。

【0030】

図 2 にエンジン 2 の概略構成の一例を示す。

【0031】

シリンダヘッド 12 に形成された吸気ポート 24 は吸気バルブ 26 により開閉される。吸気ポート 24 への吸気の供給は、吸気通路 28 を介してなされる。吸気通路 28 にはサージタンク 30 が設けられ、サージタンク 30 の上流にはスロットルバルブ 32 が設けられている。スロットルバルブ 32 は電動モータ 34 により開度（スロットル開度 TA）が調整され、このスロットル開度 TA はスロットル開度センサ 36 により検出されている。

【0032】

エンジン 2 はいわゆるポート噴射型のエンジンであり、吸気ポート 24 に燃料噴射弁 14 が設けられている。吸気ポート 24 内の吸気と、吸気ポート 24 内に噴射された燃料により混合気が生成され、シリンダブロック 16、ピストン 18 及びシリンダヘッド 12 により区画された燃焼室 20 内に導入される。燃焼室 20 の天井部分には点火プラグ 22 が配置され、吸気ポート 24 から導入された混合気に対して点火可能としている。なお燃料噴射弁 14 には高圧燃料ポンプ（図示略）からデリバリパイプ 14a を介して高圧燃料が供給されている。このことにより、圧縮行程末期においても燃料噴射弁 14 から燃焼室 20 内に燃料噴射が可能となっている。このデリバリパイプ 14a 内の燃料圧力は燃圧センサ 14b により検出されている。

【0033】

また、シリンダヘッド 12 に形成された排気ポート 38 は排気バルブ 40 により開閉される。燃焼室 20 から排気ポート 38 に排出された排気は、排気通路 42 及び排気浄化触媒（図示略）等を介して外部に排出される。

【0034】

燃焼室 20 内での混合気の燃焼に伴うピストン 18 の往復運動は、コンロッド

44 を介してクランクシャフト 46 の回転運動に変換される。クランクシャフト 46 は図示しないトルクコンバータや変速機を介して車輪 8 に動力を伝達している。

【0035】

また、このような動力伝達系とは別に、クランクシャフト 46 の一端は電磁クラッチ 48 を介してプーリ 50（以下、「クランクシャフトプーリ」とも呼ぶ。）に接続されている。このプーリ 50 は、ベルト 52 により他の 3 つのプーリ 54, 56, 58 との間で動力の伝達が可能とされている。本例では、プーリ 54 によりエアコン用コンプレッサ 60 が駆動可能とされ、プーリ 56 によりパワーステアリングポンプ 62 が駆動可能とされている。もう一つのプーリ 58（以下、「MG プーリ」とも呼ぶ。）は、モータジェネレータ 3 に連結されている。モータジェネレータ 3 は MG プーリ 58 側からのエンジン駆動力により発電を行う発電機としての機能と、MG プーリ 58 側へモータジェネレータ 3 の駆動力を供給する電動機としての機能とを併せ持っている。

【0036】

マイクロコンピュータを中心として構成されている ECU 70 (Engine Control Unit) は、入出力装置、記憶装置、中央処理演算装置、などから構成され、車両 10 のシステムを統括制御する。ECU 70 は、エンジン 2 に搭載された各センサなどからの入力情報などに基づいて、車両 10 を最適な状態に制御する。具体的には、ECU 70 は、前述した燃圧センサ 14b から燃料圧力、スロットル開度センサ 36 からスロットル開度 TA、モータジェネレータ 3 内蔵の回転数センサからモータジェネレータ回転数、電源装置 5 の電圧あるいは充放電時の電流量、イグニッションスイッチ 72 のスイッチ状態、車速センサ 74 から車速 SPD、アクセル開度センサ 76 からアクセルペダルの踏み込み量（アクセル開度 ACCP）、ブレーキスイッチ 78 からブレーキペダルの踏み込み有無、エンジン回転数センサ 80 からクランクシャフト 46 の回転数（エンジン回転数 NE）、エアフロメータ 82 から吸入空気量 GA、冷却水温センサ 84 からエンジン冷却水温 THW、アイドルスイッチ 86 からアクセルペダルの踏み込み有無状態、排気通路 42 に設けられた空燃比センサ 88 から空燃比検出値 Vox、カム角セ

ンサ 92 からカムシャフトの回転位置を、クランク角センサ 90 からクランクシャフトの回転角度（クランク角度）を、それぞれ検出している。

【0037】

クランク角センサ 90 は、被検出物（例えば、金属など）を検出することが可能な磁気式センサなどであり、エンジン 2 内のクランクシャフト 46 近傍の所定の位置に設けられる。即ち、クランクシャフト 46 上の所定の位置には、外周に凹凸が形成された歯車（以下、「シグナルロータ」と呼ぶ。）が取り付けられるが、クランク角センサ 90 は、そのシグナルロータの歯数を検出することが可能な位置に設けられる。また、クランク角センサ 90 は、クランクシャフト 46 の回転角度（以下、「クランク角度」と呼ぶ。）を例えば $10 \sim 30^{\circ}$ CA 程度の分解能で検出することができる。クランクシャフト 46 が回転するとシグナルロータもそれに連動して回転する。このとき、クランク角センサ 90 は、そのシグナルロータの歯数を検出し、パルス信号として ECU 70 などに出力する。ECU 70 は、クランク角センサ 90 から出力されたパルス信号をカウントして、それをクランク角度に変換する。これにより、ECU 70 などは、クランク角度を検出する。また、クランク角センサ 90 は、エンジン 2 内に直接設けられるため、クランク角度を絶対角度として検出することができる。

【0038】

なお、クランク角センサ 90 は、シグナルロータの歯数を 1 つ検出すると、1 つのパルス信号を ECU 70 などに出力する。このため、クランク角センサ 90 から出力されるパルス信号は、クランクシャフト 46 が正転しても、あるいは逆転しても同様の出力状態となるため、ECU 70 などは、クランクシャフト 46 の正転又は逆転の別を検出することができない。

【0039】

このようにして得られたデータに基づいて、ECU 70 は、電動モータ 34 を駆動してスロットル開度 TA を調整するとともに、燃料噴射弁 14 からの噴射時期を調整する。更に自動停止条件が成立すると、燃料噴射弁 14 からの燃料噴射を停止して、エンジン 2 の運転を自動停止させる。また、自動始動条件が成立するとモータジェネレータ 3 の駆動力により、プーリ 58、ベルト 52、プーリ 5

0 及び電磁クラッチ 48 を介してクランクシャフト 46 を回転させ、エンジン 2 を始動させる。更に、ECU 70 は、点火時期制御、その他の必要な制御を実行している。

【0040】

モータジェネレータ 3 は、プーリ 50、プーリ 58 及びベルト 52 を通じて、クランクシャフト 46 と連結されている。クランクシャフト 46 に連結されたクランクシャフトプーリ 50 又はモータジェネレータ 3 に連結された MG プーリ 58 の一方が回転駆動することにより、ベルト 52 を介して他方に動力が伝達される。

【0041】

モータジェネレータ 3 は、後述する電源装置 5 からの電力供給を受けて回転駆動するモータ（電動機）としての機能を有するとともに、車輪 8 からの回転駆動力を受けて回転している場合には三相コイルの両端に起電力を生じさせるジェネレータ（発電機）としての機能を併せ持つ。モータジェネレータ 3 が電動機として機能する場合には、モータジェネレータ 3 は電源装置 5 からの電力供給を受けて回転し、その回転駆動力をクランクシャフトプーリ 50 に伝達してクランクシャフト 46 を回転させエンジン 2 を始動する。一方、モータジェネレータ 3 が発電機として機能する場合には、車輪 8 からの回転駆動力がクランクシャフト 46 及びクランクシャフトプーリ 50 を介してモータジェネレータ側の MG プーリ 58 に伝達され、モータジェネレータ 3 を回転させる。モータジェネレータ 3 が回転することによってモータジェネレータ 3 内で起電力が発生し、その起電力が、モータ制御装置 4 を介して直流電流に変換され、電源装置 5 に電力を供給する。これにより、電源装置 5 は充電される。

【0042】

図 1 に戻り、モータ角センサ 3a は、検出部にホール素子などが好適に適用され、モータジェネレータ 3 内の所定の位置に設けられる。モータ角センサ 3a は、モータジェネレータ 3 のシャフトの回転角度を、概ね 7.5° CA 単位の高い分解能で検出することができる。モータジェネレータ 3 が電源装置 5 からの電力供給を受けて回転駆動すると、モータ角センサ 3a は、そのシャフトの回転角度

を検出する。具体的には、モータ角センサ 3 a は、U、V、W の各相の交流電流をそれぞれ検出できるように、それらの各相に設けられる。各モータ角センサ 3 a は、U、V、W の各相の交流電流をそれぞれ検出してパルス信号に変換し、モータ制御装置 4 に出力する。

【0043】

モータ制御装置 4 は、エンジン 2 内に設けられ、モータジェネレータ 3 及び電源装置 5 と電源ケーブル 6 によりそれぞれ接続される。モータ制御装置 4 は、主として、インバータ、コンバータ、又は制御用コンピュータなどから構成される。

【0044】

インバータは、電源装置 5 からの高電圧直流電流を所定の 3 相交流電流に変換して、モータジェネレータ 3 に電力を供給する。また、インバータは、逆にモータジェネレータ 3 から生じた起電力（3 相交流電流）を、電源装置 5 を充電するのに適した直流電流に変換する。

【0045】

コンバータは、所定の直流電圧から所定の直流電圧へ変換する DC/DC 変換装置である。即ち、コンバータは、電源装置 5 の定格電圧（例えば、36 V 電圧）を所定の電圧（例えば、12 V 電圧）に降圧して、補機類などの駆動、又は車両に搭載された 12 V 電源装置への充電を行う。

【0046】

制御用コンピュータは、インバータやコンバータの制御を行う。即ち、制御用コンピュータは、モータジェネレータ 3 の駆動トルクや発電量を最適な状態に制御すると共に、電源装置 5 への充電量を最適な状態に制御して充電を行う。具体的には、モータジェネレータ 3 が電動機として機能する場合には、制御用コンピュータは、電源装置 5 から供給された電力に基づいて、モータジェネレータ 3 の駆動トルクや発電量の制御を行う。これにより、モータジェネレータ 3 が電動機として機能するのに最適な状態に制御される。一方、モータジェネレータ 3 が発電機として機能する場合には、制御用コンピュータは、モータジェネレータ 3 から生じた起電力に基づいて、所定の直流電流を電源装置 5 に供給して電源装置 5

の充電を行う。

【0047】

また、モータ制御装置 4 は、上述したモータ角センサ 3 a から出力されたパルス信号の数をカウントすることにより、モータジェネレータ 3 のシャフトの回転角度に変換する。さらに、モータ制御装置 4 は、その変換後の回転角度に基づいてクランクシャフトプーリ 50 と MG プーリ 58 との回転比率からクランク角度への変換を行う。これにより、モータ制御装置 4 は、クランク角度を、概ね 3° CA 単位の高い分解能で検出することができる。

【0048】

さらに、モータ制御装置 4 は、モータジェネレータ 3 のシャフトの正転又は逆転の別を検出することもできる。即ち、モータジェネレータ 3 のシャフトが正転したときと、逆転したときでは U、V、W の各相のパルス信号の出力状態が異なる。モータジェネレータ 3 のシャフトが正転したときの U、V、W の各相のパルス信号は、位相差により、先ず U 相のパルス信号が一定時間出力され、その後遅れて V 相のパルス信号が一定時間出力され、さらにその後遅れて W 相のパルス信号が一定時間出力され、それらが周期的に繰り返される出力状態となる。これに対し、モータジェネレータ 3 のシャフトが逆転したときの U、V、W の各相のパルス信号は、正転の場合とは逆のパルス信号の出力状態となる。つまり、W 相、V 相、U 相の順にパルス信号が一定時間それぞれ周期的に繰返される出力状態となる。そのため、モータ制御装置 4 は、それらの位相差を利用してモータジェネレータ 3 のシャフトの正転又は逆転の別を検出することができる。

【0049】

電源装置 5 は、鉛蓄電池、ニッケル水素電池などの 2 次電池である。電源装置 5 は、車両 10 のスペースの効率化などを図るため、例えば、車両 10 の後部などに設置される。電源装置 5 は、例えば、36 V などの定格電圧とすることができる。そのため、電源装置 5 は、モータジェネレータ 3 の起動、又は車両制動時におけるエネルギー回生などにおいて高い入出力特性を有する。電源装置 5 は、具体的には、補機類やモータジェネレータ 3 などに対して電力を供給する。モータジェネレータ 3 への電力供給は、主として、車両 10 が停止中に行われる。ま

た、車両 10 が走行中、あるいは制動時の場合には、モータジェネレータ 3 から発生する起電力がモータ制御装置 4 を介して、直流電流に変換され電源装置 5 に供給される。これにより、電源装置 5 を充電することができる。

【0050】

電源ケーブル 6 は、上述したように、モータジェネレータ 3 とモータ制御装置 4、及びモータ制御装置 4 と電源装置 5 とにそれぞれ接続され、直流電流や 3 相交流電流を流す役割を果たす。

【0051】

動力伝達装置 7 は、主として、トルクコンバータ、ロックアップクラッチ、変速機、動力切換機構などから構成される。これらが有機的に作用することにより、動力伝達装置 7 は、走行状態などに応じて、エンジン 2、又はモータジェネレータ 3 から発生する回転駆動力を車輪 8 に伝達し又は遮断する。また、動力伝達装置 7 は、制動時などにおいては、逆に車輪 8 からの回転駆動力をモータジェネレータ 3 に伝達する。

【0052】

車輪 8 は、動力伝達装置 7 からの回転駆動力を路面に伝える車軸、及びタイヤなどである。本実施形態においては、車輪 8 として後輪を図示している。

【0053】

次に、クランク角センサ 90 とカム角センサ 92 の例について説明する。

【0054】

図 3 に示すように（図 2 では図示を略している）、クランクシャフト 46 にはシグナルロータ 91 が取り付けられている。このシグナルロータ 91 の外周部には、クランクシャフト 46 の軸線を中心として等角度間隔（ここでは 10° 間隔）に配置された 34 個の歯（突起部分）91a と、1 個の幅広の欠歯（歯が存在しない部分）91b が設けられている。欠歯 91b の長さは、歯 91a の 2 個分に相当する。そして、シグナルロータ 91 の外周部に対向して、クランク角センサ 90 が設けられている。クランクシャフト 46 が回転した場合には、シグナルロータ 91 の各歯 91a および欠歯 91b が順次クランク角センサ 90 の近傍を通過することにより、クランク角センサ 90 からはそれら各歯 91a および欠歯

91bの通過数に対応したパルス状の回転信号（以下「NE信号」と称する）が出力される。

【0055】

一方、吸気カムシャフト27の外周面には3個の突起27a, 27b, 27cが吸気カムシャフト27の軸線を中心として90°（180°CAに相当する）間隔に配列して設けられている。したがって両端の突起27aと突起27cとの間隔は180°（360°CAに相当する）となっている。これら突起27a～27cに対向するように、突起27a～27cを検出して検出信号を出力するカム角センサ92が設けられている。吸気カムシャフト27が回転した場合には、突起27a～27cがカム角センサ92の近傍を通過する。これにより、カム角センサ92からは、突起27a～27cのそれぞれの通過に対応してパルス状の検出信号が出力される。

【0056】

ここで、エンジン2が駆動している時においてECU70に入力されるクランク角センサ90、およびカム角センサ92からの信号を図4に示す。図4（a）は吸気カムシャフト27の回転に伴いカム角センサ92内に発生する電圧波形を示すものである。図4（b）は、図4（a）の電圧波形をパルス状のカム角信号（G2信号）に変換したものである。図4（c）はクランクシャフト46の回転に伴いクランク角センサ90内に発生する電圧波形を示すものである。図4（d）は図4（c）の電圧波形をNE信号に変換したものである。本例では、NE信号のうち、歯91aに対応するパルス数は、クランクシャフト46の1回転（360°CA）当たり34個となっている。また、クランク角センサ90から出力される回転信号のうち、欠歯91bに対応する部分ではパルスの間隔が2パルス存在しないことにより広くされている。このパルス間隔が広い部分の数は、クランクシャフト46の1回転（360°CA）当たり1つとなっている。

【0057】

ECU70は、上述したクランク角センサ90のNE信号およびカム角センサ92からのカム角信号に基づきクランクシャフト46および吸気カムシャフト27の回転位相を検知する。そして、ECU70は、クランクシャフト46および

吸気カムシャフト 27 の回転位相から各気筒（# 1 ～ # 4）について気筒判別を行い、それら各気筒（# 1 ～ # 4）のうち燃料噴射や点火を行うべき気筒を選択する。

【0058】

[車両の動作]

次に、上記の構成からなる車両 10 の動作について説明する。車両 10 は、停車、発進、通常走行、加速走行、又は制動などの各運転状態に応じて、各種の動作を行う。

【0059】

車両 10 の自動停止（アイドリングストップ）中では、エンジン 2 は停止状態である。この状態において、エアーコンプレッサ、ウォーターポンプ、又はパワーステアリングポンプなどの補機類の駆動が必要な場合には、モータジェネレータ 3 は、エンジン 2 を駆動させることなく、電源装置 5 からの電力供給を受けて、それらの補機類を駆動する。ただし、エンジン 2 とモータジェネレータ 3 とは各々のプーリを介して V ベルトで回動自在に接続されているため、この状態においては、モータジェネレータ 3 のシャフトが回転することにより、その回転駆動力がエンジン 2 に伝達されてしまう。そこで、上記補機類のみを駆動するためには、エンジン 2 のクランクシャフトが回転しないように電磁クラッチを作動させて、モータジェネレータ 3 からの回転駆動力を遮断する。これにより、エンジン 2 を駆動させることなく、補機類のみ駆動させることができる。

【0060】

車両 10 の発進時、即ち、アイドリングストップ状態のときに運転者がブレーキペダルから足を離すと、モータジェネレータ 3 は、アイドリング回転数付近まで回転数を上昇する。そして、運転者がアクセルペダルを踏むことにより、モータジェネレータ 3 はエンジン 2 のクランクシャフトを回転させてエンジン 2 を自動再始動する。また、ブレーキ OFF 操作、つまり運転者がブレーキペダルから足を離した状態から一定時間が経過した場合においても、最適な動力性能を得るためエンジン 2 を自動再始動することができる。

【0061】

通常走行時には、車両 10 は、一般的な車両と同様にエンジン 2 からの駆動力が車輪 8 に伝達されて走行する。なお、通常走行時において電源装置 5 の電圧が低下している場合には、車輪 8 からの駆動力がモータジェネレータ 3 に伝達されてモータジェネレータ 3 が発電を行う。これにより、モータジェネレータ 3 は発電機として機能し、電源装置 5 の不足する電力を補充するために、電源装置 5 に対して充電を行う（以下、この運転状態を「回生」と呼ぶ。）。よって、電源装置 5 は、常時、適正な充電状態に維持される。

【0062】

車両 10 が登坂走行や加速走行をするときには、適切な動力性能を発揮するため、前記した通常走行時の状態に加えて、電源装置 5 の電力を使用してモータジェネレータ 3 を駆動し、モータジェネレータ 3 による回転駆動力をエンジン 2 の回転駆動力に付与することができる（以下、この運転状態を「アシスト」と称する。）これにより、車両 10 は、エンジン 2 及びモータジェネレータ 3 の 2 つの動力源を効果的に使用して、高い動力性能を得ることができる。

【0063】

減速などにおける制動時には、車輪 8 による駆動力が、動力伝達装置 7、エンジン 2 を介してモータジェネレータ 3 に伝達され回生が行われる。

【0064】

〔エンジンの停止制御〕

次に、上述した車両 10 のエンジンの停止制御について説明する。上述したように、車両 10 は、走行停止時にはアイドリングストップ、つまりエンジン 2 を自動停止する。その後、運転者が、ブレーキペダルから足を離すと同時にモータジェネレータ 3 はエンジン 2 のアイドリング回転数付近まで回転を上昇する。そして、運転者がアクセルペダルを踏むことによりモータジェネレータ 3 が回転駆動し、その回転駆動力によりエンジン 2 を自動再始動させる。このとき、車両 10 では、エンジン 2 の自動始動時にスムーズな発進を可能とするために、アイドリングストップ時にエンジン 2 の内部において、クランク角度が最適なクランク角度停止位置に停止するように制御される。以下の例では、車両停止時におけるエンジンの慣性エネルギーを効果的に活用して正確な停止制御を行う。

【0065】

以下、クランク角度を最適なクランク角度停止位置に停止制御させる方法について述べる。尚、最適なクランク角度停止位置は、圧縮行程にある気筒において、エンジン2の再始動時に圧縮行程上死点の乗越しが容易なクランク角度の停止位置とすることができる。例えば、本例のような4気筒エンジンの場合、クランク角度停止位置がクランク角度 90° CA \sim 120° CAの範囲内にあれば最適なクランク角度停止位置となる。

【0066】

概要を説明すると、通常車両10の停止制御方法は、ECU70がアイドル状態から所定のタイミングでエンジン2への燃料カットを実行し、その後のエンジン2の有する慣性エネルギーによって自然とエンジン2を停止させる。しかし、燃料カット時のエンジン回転数の大きさによってエンジン2の有する慣性エネルギーは毎回まちまちとなり、それに連動してクランク角度停止位置も毎回異なってしまう。そのため、通常車両10の停止制御方法では、クランク角度を最適なクランク角度停止位置に停止制御させることが困難となり、実際に車両が停止した際のクランク角度停止位置によっては次のエンジン始動負荷が大きくなる。よって、モータジェネレータ3の有する出力トルクとの関係では、エンジン2のクランクシャフトを回転させることができず、エンジン2の自動再始動が失敗する確率が高くなる。

【0067】

そこで、本例においては、燃料カット後のエンジン回転数を所定のタイミングで一定にすることにより、その時点においてエンジン2が有する慣性エネルギーを一定にする。そして、その後はその時点でエンジン2が有する慣性エネルギーを利用してエンジン2の回転を停止させる。これにより、毎回確実に、クランク角度を最適なクランク角度停止位置へ停止制御させることができる。

【0068】

特に本実施形態においては、エンジン回転数を一定にさせる方法としてモータジェネレータ3を使用する。つまり、燃料カット後のクランクシャフトに所定のタイミングでモータジェネレータ3からの回転駆動力を付与することで（以下、

「モータリング」と呼ぶ。)、エンジン 2 の有する慣性エネルギーを一定にする。これにより、エンジン停止時のクランク角度を最適なクランク角度停止位置に停止制御させる。クランク角度が最適なクランク角度停止位置にあれば、エンジン始動時におけるエンジン始動負荷を最小限にすることができ、エンジン 2 の自動再始動の失敗を効果的に防止することができる。

【0069】

モータジェネレータ 3 を利用したエンジン停止時の回転数制御の様子を図 5 に示す。図 5 において、波形 100 は本実施形態のエンジン停止制御によるエンジン回転数の変化を示す。波形 101 はエンジン停止制御における燃料カット信号波形を示し、燃料カット信号が H レベルになると燃料カットを実行する。波形 102 はモータジェネレータ 3 の駆動信号 (MG 駆動信号) 波形を示し、H レベルの区間でモータジェネレータ 3 が駆動される。

【0070】

今、時刻 t_0 で運転者がアクセルペダルを離したとすると、時刻 t_0 以降はエンジン 2 の回転数は、ほぼそのエンジンのアイドリング回転数 NE_1 となる。時刻 t_1 において運転者がブレーキペダルを踏み込んだとすると、その時点で ECU 70 は燃料カット信号を H レベルとし、燃料カットを指示する。時刻 t_1 にて燃料カットが実行されると、エンジン 2 の回転数は徐々に低下する。ECU 70 は、エンジン回転数が予め決められたモータ設定回転数 NE_2 まで低下したことを検出すると (時刻 t_2)、MG 駆動信号を H レベルとし、モータジェネレータ 3 を駆動させ、エンジン 2 をモータジェネレータ 3 による駆動に切り替える。

【0071】

そして、所定期間 (時刻 $t_2 \sim t_3$) にわたりモータジェネレータ 3 は予め決定されたモータ設定回転数 NE_2 でエンジン 2 を駆動し、所定期間が経過すると ECU 70 はモータジェネレータ 3 の駆動を停止する (時刻 t_3)。時刻 t_3 でモータジェネレータ 3 による駆動力が除去されると、エンジン 2 はその時点で有する慣性エネルギーのみにより回転するのでエンジン回転数は徐々に低下し、時刻 t_4 付近でエンジン 2 は停止する。

【0072】

このように、本実施形態では、エンジン停止時にエンジン 2 の駆動を一旦モータジェネレータ 3 による駆動に切り替え、エンジン 2 を所定の回転数 $NE2$ に保持した後でエンジンの駆動力を除去する。駆動力を除去した時点でエンジン 2 が有する慣性エネルギーは主としてその時点のエンジン回転数により決まるので、必ず所定のエンジン回転数 $NE2$ にエンジンの回転数を維持してから駆動力を除去するようにすれば、エンジン 2 は毎回同じ慣性エネルギーを持ち、同じ推移で停止する。

【0073】

次に、上述のように所定のエンジン回転数 $NE2$ で駆動力を除去した後、エンジンが停止するまでのエンジンの挙動を説明する。図 6 は、エンジン 2 に対する駆動力を除去した後のエンジン 2 のクランク角度の変位を示す。図 6 において、縦軸は所定気筒のクランク角度の変位 ($^{\circ}CA$) を示す。なお、前記所定気筒とは、クランク角度が $0^{\circ}CA \sim 180^{\circ}CA$ に変位するとき圧縮行程にある気筒、例えば、#3 気筒を対象とする。一方、横軸は時間 (秒) を示す。

【0074】

具体的には、縦軸は、所定気筒に対応するピストンが圧縮行程から膨張行程に移行する際のクランク角度変位 ($^{\circ}CA$) を示しており、クランク角度変位が、下死点 ($0^{\circ}CA$) から上死点 ($180^{\circ}CA$) まで、 $30^{\circ}CA$ 間隔毎に示される。一方、横軸は、モータリング停止時 (0 (秒)) から所定気筒のクランク角度を最適なクランク角度停止位置に停止制御させるまでの経過時間 (0.6 (秒)) を 0.1 (秒) 間隔毎に示したものである。

【0075】

次に、図中のグラフについて説明する。図中には 2 種類のグラフが示されている。これは、モータジェネレータ 3 による駆動 (モータリング) 停止時のエンジン回転数が高い場合のグラフ 110 と低い場合のグラフ 112 である。即ち、0 秒から 0.1 秒の間において、傾きが大きいグラフ 110 はモータリング停止時のエンジン回転数が高い場合のクランク角度変位を示し、傾きが小さいグラフ 71 はモータリング停止時のエンジン回転数が低い場合のクランク角度変位を示す。

【0076】

先ず、0秒から0.1秒付近においては、所定気筒に対応するピストンが圧縮行程の下死点から上死点に上昇している様子を示している。所定気筒に対応するピストンは、0.1秒経過直後に圧縮行程上死点近傍まで上昇する。このときは、エンジン2のクランクシャフト46は正転している。

【0077】

その後、所定気筒に対応するピストンは圧縮行程上死点（180°CA）の乗越しができずに、0.3秒付近までエンジン2のクランクシャフトは逆転する。これは以下の理由による。即ち、所定気筒に対応するピストンが圧縮行程上死点に接近することにより、シリンダ内の容積は次第に小さくなり、圧力が高まってくる。これに比例して、シリンダ内においてはピストンを押し返そうとする圧縮反力116（以下、「コンプレッション反力」と呼ぶ。）も大きくなって来る。したがって、圧縮行程上死点付近では、シリンダ内におけるコンプレッション反力が最も大きい状態となるので、その時のエンジンが有する慣性エネルギーによってはコンプレッション反力に対抗できず、所定気筒に対応するピストンが圧縮行程下死点側に押し返される結果となる。このように、所定気筒に対応するピストンは、圧縮行程上死点への乗越しができずにエンジン2のクランクシャフトが逆転する。

【0078】

その後、所定気筒に対応するピストンは、圧縮行程下死点側、即ち膨張行程側に移行するが、0.3秒付近においてエンジン2のクランクシャフト46は再び逆転する。つまり、エンジン2のクランクシャフトは正転する。これは以下の理由による。即ち、このとき、所定気筒に対応するピストンは、先ず膨張行程下死点側に下降する。膨張行程では吸排気弁がともに閉状態となっているため、ピストンが膨張行程下死点側に下降するのに従い、シリンダ内の容積が次第に大きくなる。これによって、シリンダ内では負圧が形成されると共に、その負圧が次第に大きくなる。したがって、他気筒に対応するピストンは、その負圧に起因する反力118によって上死点側の方向に再び引き戻される。これにより、エンジン2のクランクシャフトは再び正転する。

【0079】

その後、0.3秒付近からエンジン2の有する慣性エネルギーが徐々に低下し、0.6秒後にエンジン2が停止する。これにより、クランク角度停止位置は、クランク角度 90° CA \sim 120° CAの範囲内に収束する。クランク角度停止位置が、最終的にクランク角度約 90° CA \sim 120° CAの範囲内に収束すれば、最適なクランク角度停止位置に停止制御されたことになり、停止制御は成功といえる。

【0080】

[エンジン停止位置推定処理]

次に、本発明の中心的部分である、エンジン停止位置推定処理について説明する。図7に、本発明によるエンジン停止位置推定装置の概略構成を示す。本実施形態では、エンジン停止位置推定処理は、モータ制御装置4が実行する。具体的には、モータ制御装置4は、モータ角センサ3aから出力されるMG位置信号 S_{mg} 、クランク角センサ90から出力されるNE信号 S_{ne} 、カム角センサ92から出力されるカム角信号(G2信号) S_{g2} 、及び、ECU70内で生成されるTDC信号 S_{tdc} に基づいて、エンジン停止位置、即ち、エンジン停止時におけるクランク角度を推定する。なお、TDC信号は後述する2つの信号(TDC1信号とTDC2信号)を含む。

【0081】

図8は、上記のMG位置信号、NE信号、G2信号及びTDC信号の性質を整理した図表である。

【0082】

MG位置信号は、モータジェネレータ3のモータ角センサ3aにより出力され、モータシャフトの回転角を示す信号である。モータジェネレータ3のシャフトは、図2に示すようにMGプーリ58と連結されており、ベルト52により、クランクシャフト46に連結されたクランクシャフトプーリ50と連動する。従って、MGプーリ58とクランクシャフトプーリ50を接続するベルトの滑り分などが存在するので、MG位置信号はクランクシャフトの絶対角度を検出することはできないが、クランクシャフトの相対角度を示すことができる。MG位置信号

によれば、MGプーリ 58 とクランクシャフトプーリ 50 のプーリ比によるが、 3° CA 程度の分解能でクランク角度を検出することができる。また、MG 位置信号からは、前述のようにモータの正転・反転を区別し、モータが正転しているか反転しているかを示す反転信号を生成することができる。

【0083】

NE 信号は、前述のようにクランクシャフト 46 に取り付けられたシグナルロータ 91 の歯 91a の検出信号であり、シグナルロータ 91 に設けられる歯 91a の数に応じて、 10° CA \sim 30° CA 程度の分解能で絶対クランク角度を検出できる。

【0084】

カム角信号 (G2) 信号は、前述のように、主として気筒判別信号として利用される。カムシャフトとクランクシャフトとがタイミングベルトやタイミングチェーンなどで連結されているので、G2 信号は基本的には絶対クランク角度に対応する信号となるが、可変動弁機構 (VVT) と搭載しているエンジンの場合にはタイミングのずれを含むことになる。

【0085】

TDC 信号は、クランク角センサ 90 が出力した NE 信号に基づいて ECU 70 などが生成する信号であり、TDC の周期を示す信号である。よって、絶対クランク角の 360° CA を検出することができる。

【0086】

なお、クランク角センサ 90 及びカム角センサ 92 として MPU センサを用いた場合は、エンジン (クランクシャフト) の低回転時にはセンサ出力を得ることができないが、MRE センサを使用した場合は低回転時でもセンサ出力を得ることができ、各信号を得ることができる。

【0087】

(クランク角推定)

次に、本発明による基本的なクランク角推定方法について説明する。本発明は、エンジンの反転を考慮してクランク角度の推定を行うものであり、図 9 を参照してこれを説明する。一般的に、アイドリングストップ時などにエンジンを停止

する際には、ほとんどの場合、エンジンは停止直前に反転することがわかっている。これは、前述の慣性エネルギーを利用した停止制御手法においても同様である。クランク角センサは、クランクシャフトの絶対角度の検出は可能であるが、クランクシャフトの回転方向の検出、即ちクランクシャフトが正転しているか反転しているかを検出することはできない。よって、クランクシャフトの反転を検出してエンジン停止位置の推定を行わないと、実際にはエンジン停止直前にクランクシャフトが反転している場合でも、正転しているものとしてクランク角度を計算してしまうため、エンジン停止時のクランク角度を正確に推定することはできない。実際、MREセンサなどを利用してエンジンの低回転数領域でクランク角度を検出したとしても、コンプレッション反力などによりクランクシャフトが反転していることが検出できないと、実際は逆転しているにもかかわらずクランク角度を加算してしまい、エンジン停止位置の推定結果に誤りが生じてしまう。そこで、本発明では、モータ角センサ 3a が出力する反転信号を利用して、エンジン停止時のクランク角度を正確に推定することを可能とする。

【0088】

図9(a)はモータ角センサ 3a が出力するMG位置信号と、MG位置信号から生成される反転信号に基づいてクランク角度を推定する例を示す。本例では、図9(b)に示すように、MGプーリ 58 とクランクシャフトプーリ 50 のプーリ比を 1:2.5 と仮定する。このプーリ比により、モータジェネレータ 3 のシャフトの 2.5 回転がクランクシャフト 46 の 1 回転に相当することとなり、モータジェネレータ 3 の回転角 7.5° がクランク角 3° CA に対応することになる。

【0089】

図9(a)において、MG位置信号がモータジェネレータの回転角（「モータ回転角」と呼ぶ） 7.5° 毎にパルスを出力するものとする、MG位置信号の 1 パルス期間がクランク角 3° CA に対応することになる。エンジン停止時の停止位置推定、即ちクランク角推定処理においては、図9(a)に示すように、反転信号を参照してクランク角度を加減算することにより、正確なクランク角度を得ることができる。

【0090】

図9(a)では、例えば正転していたクランクシャフトが推定クランク角度106°の位置で反転し、クランク角度9°CA分回転した後、再度反転して再び正転方向に回転した場合のMG位置信号及び反転信号波形例を示している。このように、エンジンの停止直前などにおいてエンジンの回転が反転を生じるような場合でも、モータ角センサから出力される反転信号を利用してクランク角の演算を行えば、エンジン停止時の正しいクランク角度を推定することが可能となる。

【0091】

なお、図9に示した例は、MG位置信号と反転信号とを組み合わせるクランク角度を演算する例を示しているが、MG位置信号の代わりに、NE信号、TDC信号などと反転信号とを組み合わせるクランク角度を推定してもよい。即ち、MG位置信号に限らず、クランク角度を示す信号に対して、モータ角センサから得られる反転信号を考慮して演算を行うことにより、エンジン停止時にクランクシャフトが反転した場合でも、正しいクランク角度を算出することができる。

【0092】**(第1実施例)**

次に、本発明の第1実施例について説明する。第1実施例は、モータジェネレータ側のモータ角センサと、エンジン側のクランク角センサ及びカム角センサの出力を組み合わせる、高精度のクランク角度推定を行うものである。

【0093】

図8の図表に示したように、クランク角度を最も高精度で検出することができるのはMG位置信号である。但し、MG位置信号は絶対クランク角度を得ることはできない。そこで、最も高精度なMG位置信号によりクランク角度を算出し、これに対して、絶対クランク位置を示すTDC信号又はNE信号を使用して補正を行うことにより高精度でクランク角度を推定を行うこととする。

【0094】

図10にその具体例を示す。MG位置信号は、前述のように3°CAの分解能でクランク角度を検出することができる。従って、基本的にMG位置信号に基づいてクランク角度を算出する。なお、その際には、反転信号を利用して、エンジ

ンの回転方向を考慮してクランク角度を算出する。

【0095】

一方、NE信号はクランクシャフト46に取り付けられたシグナルロータ91の歯91aを検出した信号であり、欠歯91bの部分ではパルス出力が存在しない（本例では2パルス分）。欠歯91bの部分は、エンジン2の特定気筒における上死点（TDC）の直前に対応するように構成されているので、図10に示すように、NE信号の欠歯に対応する部分の直後に当該気筒の上死点が位置することになる。よって、ECU70は、NE信号に基づいて、図10に示すTDC信号、即ち、当該気筒における上死点に対応するパルスを360°CA毎に出力する信号を生成する。また、ECU70は、TDC信号を分周して、180°CA毎にレベルが変化する信号（図10におけるTDC2信号）を生成することができる。このTDC信号及びTDC2信号は、絶対クランク角度を示す信号である。よって、高分解能のMG位置信号に基づいて得られたクランク角度信号を、TDC信号又はTDC2信号に基づいて補正することにより、高精度な絶対クランク角度を得ることが可能となる。

【0096】

具体的には、図10に示すように、MG位置信号に基づいて得られたクランク角度（以下、「MG推定クランク角度」と呼ぶ。）の180°CAのタイミングと、TDC2信号が示す180°CAのタイミングとを比較する。MG位置信号はMGプーリとクランクシャフトプーリを連結するベルトのずれなどによる積算誤差を含むが、TDC2信号に基づいてこの誤差分を補正する。つまり、MG位置信号に基づいて高精度（本例では3°CA）単位でクランク角度推定しながら、絶対クランク角度を与えるTDC2信号に基づいて180°CA毎にMG推定クランク角度を補正する。実際には、MG位置信号に基づいてMG推定クランク角度をカウントアップし、TDC2信号に基づいて180°CA毎にMG推定クランク角度をリセットする処理を行えばよい。

【0097】

なお、上記のTDC2信号を生成して180°CA毎に補正を行う方法は単なる一例である。絶対クランク角度を示すNE信号又はTDC信号に基づく信号を

利用して、MG推定クランク角度信号を補正する方法であれば、どのような方法を採用することもできる。例えば、TDC信号に基づいて90°CA毎にレベルが変化する信号を生成し、その信号を用いて90°CA毎にMG推定クランク角度信号を補正してもよいし、30°CAの精度を有するNE信号自体を用いて30°CA毎にMG推定クランク角度信号を補正することとしてもよい。また、G2信号を用いて720°CA毎にMG推定クランク角度を補正してもよい。G2信号は気筒判別信号であるので、G2信号と組み合わせることにより、MG推定クランク角度を補正するとともに気筒判別を行って、エンジン停止時における各気筒の行程を把握することも可能となる。

【0098】

なお、MG位置センサはエンジンの低回転時においてもモータ回転角を検出することができるので（図8参照）、クランク角センサやカム角センサにMPUセンサを使用するか、MREセンサを使用するかにかかわらず、エンジンの低回転時からエンジン停止に至るまで、クランク角度を正確に推定することが可能となる。

【0099】

次に、上述のクランク角度推定処理の流れを図11のフローチャートを参照して説明する。なお、この処理は、図7に示すように、モータ制御装置4が各センサやECUから出力される信号を利用して行う。

【0100】

まず、モータ制御装置4は、モータ角センサ3aからMG位置信号S_{mg}を受け取り、クランク角センサ90からNE信号S_{ne}を受け取り、カム角センサ92からG2信号S_{g2}を受け取り、ECUからTDC信号S_{tdc}を受け取る（ステップS1）。そして、MG位置信号に基づいてMG推定クランク角度を算出する（ステップS2）。この際、モータ制御装置4はMG位置信号に基づいて反転信号を生成し、クランクシャフトの回転方向を考慮してMG推定クランク角度を算出する。このステップは、MG位置信号に基づいて継続的に行われ、MG推定クランク角度が継続的に算出される。

【0101】

次に、モータ制御装置 4 は、MG 推定クランク角度の補正タイミングが到来したか否かを判定する（ステップ S 3）。補正タイミングは、補正に使用する信号毎に異なる。例えば前述の TDC 2 信号に基づいて 180° CA 毎に MG 推定クランク角度を補正する場合、モータ制御装置 4 は TDC 2 信号を監視し、TDC 2 信号のレベル変化を検出した時に補正タイミングと判定する。また、NE 信号を利用して MG 推定クランク角度を補正する場合は、NE 信号のパルス毎に補正タイミングが到来したと判定する。そして、補正タイミングと判定すると（ステップ S 3；Yes）、モータ制御装置 4 は、それら TDC 信号や NE 信号などを利用して MG 推定クランク角度を補正する（ステップ S 4）。図 10 の例では、TDC 2 信号のレベル変化時に、TDC 2 信号が示す絶対クランク角と MG 推定クランク角度とが一致するように MG 推定クランク角度を再設定することになる。こうして、推定処理の終了指示がなされるまで、ステップ S 1～S 4 の処理が継続され、MG 推定クランク角度が算出され、繰り返し補正が行われる。これにより、モータ制御装置 4 は、クランクシャフトの反転も考慮した上で、高精度の絶対クランク角度を推定することができる。

【0102】

車両の停止制御の際には、このクランク角度推定処理が継続して行われる。そして、例えば車両が停止したことが検出されたときにクランク角度推定処理が終了し、その時の MG 推定クランク角度の値がエンジン停止位置を示すことになる。なお、このクランク角度推定処理は、エンジンの停止時以外の場合でも、もちろん実行可能である。

【0103】

（第 2 実施例）

次に、本発明の第 2 実施例について説明する。第 2 実施例は、第 1 実施例に示したクランク角度推定処理における MG 推定クランク角度の補正を、エンジンが所定の回転数範囲内にあるときのみ行うものである。

【0104】

上述のように、第 1 実施例では、高精度のクランク角度を推定するために MG 位置信号をベースに MG 推定クランク角度を算出し、これを TDC 信号などによ

り補正することとしているが、エンジン回転数が高い状態（例えば4000回転以上など）では、MG推定クランク角度の推定やその補正処理の演算負荷が過大となってしまう。他方、エンジン回転数が低すぎる場合には、クランク角センサからの出力信号の信頼性が低下する。一般的なクランク角センサは、例えば3000回転程度より低い回転数ではセンサ出力の精度が低下する傾向がある。そこで、エンジン回転数が予め決められた所定回転数範囲内にあるときのみ、MG推定クランク角度の補正を行うこととする。これにより、エンジン回転数が高すぎるためにクランク角推定処理に要する演算負荷が過大となって他の処理に支障が生じるとか、エンジン回転数が低すぎるためにMG推定クランク角度の補正精度が確保できないなどの不具合を回避することができる。

【0105】

特に、前述の慣性エネルギーを利用したエンジン停止制御中にこのクランク角度推定処理を行う場合には、モータリング中にエンジン回転数が適切な範囲内で安定するので、その間に補正を実行することにより、エンジン停止時のクランク角度推定（即ち、エンジン停止位置推定）を精度よく行うことができる。

【0106】

図12に、本実施例におけるクランク角度推定処理のフローチャートを示す。図12に示す第2実施例のフローチャートは、ステップS3-1が挿入されている点以外は図11に示す第1実施例のフローチャートと同様である。即ち、補正タイミングが到来すると（ステップS3；Yes）、モータ制御装置4はECU70からエンジン回転数を受け取り、所定回転数範囲内であるか否かを判定する（ステップS3-1）。なお、所定回転数範囲は、例えば300～200回転などとすることができる。そして、所定回転数範囲内である場合は、MG推定クランク角度を補正し（ステップS4）、所定回転数範囲内でない場合は補正を行わずにステップS1へ戻る。

【0107】

（第3実施例）

次に、本発明の第3実施例を説明する。第3実施例では、第1実施例におけるクランク角度推定処理において、MG推定クランク角度を補正した際の誤差を記

録しておき、標準的な誤差範囲を決定する。そして、標準的な誤差範囲を超える大きな誤差が検出された時には、それを例えばノイズなどの一時的な要因によるものであると判定し、補正を行わないこととする。MG推定クランク角度が含む誤差は、基本的にはMGプーリ58とクランクシャフトプーリ50を接続するベルト52のすべりにより生じる誤差、及び、MG位置信号に基づいてMG推定クランク角度を算出する際の演算誤差などが考えられるが、ベルトのすべりによる誤差はベルト及びプーリ部分の構造に応じてある程度の範囲内に収まるものであり、MG推定クランク角度の演算誤差もやはりある程度の範囲内に収まるものであると考えられる。よって、一時的にそのような範囲を超える大きな誤差が検出された場合、それは定常的に生じる誤差ではなく、むしろノイズなどの他の突発的な要因によると考えられる。

【0108】

そのような突発的な誤差の要因としては、クランク角センサの出力信号中のノイズが考えられる。また、他の要因としては、シグナルロータ91の欠歯91bの影響が考えられる。図4(d)や図10に示すように、NE信号にはシグナルロータ91の欠歯91bに対応する部分にはパルスが含まれない。ECU70は、この欠歯91bに相当する部分、即ち所定期間のパルス不在部分を検出してTDC信号を生成する(図10参照)。しかし、例えばエンジンの停止制御中などにおいて、エンジン回転数が急激に変化する場合、NE信号に含まれるパルス間の時間幅が急激に変動することになる。エンジン回転数が急激に低下すると、欠歯部分ではなく、歯91aが設けられている部分であっても、NE信号中の時間的に隣接するパルス間の間隔が長くなり、ECU70がこれを欠歯によるパルス不在部分と誤判定して誤ったTDC信号を生成してしまうことが起こりうる。このような場合にも、MG推定クランク角度とTDC信号などにより示されるクランク角度とは標準的な誤差レベルを超える大きな誤差を含むことになる。

【0109】

よって、本実施例では、TDC信号などを利用してMG推定クランク角度の補正を行った際に、そのときの誤差を記憶しておき、数回の検出誤差に基づいて標準的な誤差範囲を決定する。つまり、標準的な誤差範囲とは、上述のベルトのす

べりやMG推定クランク角度算出時の演算誤差などに起因すると考えられるレベルの誤差である。そして、MG推定クランク角度の補正時に、その標準的な誤差範囲を超える誤差が検出された場合には、その回の補正を行わないこととする。これにより、ノイズや上述のシグナルロータの欠歯に起因する突発的な誤差を排除することができる。なお、そのような標準的な誤差範囲を超える誤差は、通常は突発的に現れるものであるが、それが繰り返し検出される場合には、そのような誤差が発生する原因が生じたものと推測することも可能であり、その場合には、補正を実行してそのような大きな誤差も定常的に補正するようにすることもできる。

【0110】

本実施例によるクランク角度推定処理のフローチャートを図13に示す。図13において、ステップS11～S13は、図11に示す第1実施形態のステップS1～S3と同様である。モータ制御装置4は、補正タイミングが到来すると、まず補正を実行する前に、MG推定クランク信号と、補正に使用するTDC信号などとの誤差を検出し（ステップS14）、それが上述の標準的な誤差範囲内であるか否かを判定する（ステップS15）。そして、標準的な誤差範囲内である場合（ステップS15；Yes）に限って補正を実行する（ステップS16）。さらに、補正時の誤差を記憶して、標準的な誤差範囲の決定、更新などに利用する。そして、推定処理の終了指示が発生した時点で、処理を終了する（ステップS17）。

【0111】

なお、クランク角度推定処理の開始後、所定期間は、標準的な誤差範囲が未決定であるので、ステップS15は全てYesとして補正を実行する必要がある。そして、所定の回数にわたる補正において得られた誤差に基づいて、標準的な誤差範囲が決定された後は、ステップS15ではその標準的な誤差範囲に基づいて補正を行うか否かを判定を行えばよい。

【0112】

（第4実施例）

第4実施例は、第3実施例の変形例であり、MG推定クランク角度の補正時の

誤差に基づいて、当該クランク角度推定処理が安定的に行われているか否か、即ち、クランク角度推定の精度が十分であるか否かを示す状態信号を生成するものである。

【0113】

前述のように、クランク角度推定処理が、精度良く安定して実行されている間は、MG推定クランク角度と、TDC信号などに基づいて得られる絶対クランク角度との誤差は、上述の標準的な誤差範囲内に収まっているはずである。逆に言えば、その誤差が標準的な誤差範囲内に収まっていない場合は、何らかの要因でクランク角度推定処理が不安定な状態、つまり推定精度が十分でない、推定結果が信頼できない状態であると考えることができる。そこで、モータ制御装置4は、推定精度フラグなどの状態フラグを設定し、図13におけるステップS15で、誤差が標準的な誤差範囲内にある場合には推定精度フラグをオン（推定精度が確保されている状態を示す）とし、誤差が標準的な誤差範囲外である場合には推定精度フラグをオフ（推定精度が不足している状態を示す）とする。これにより、停止位置制御中に実行されたクランク角度推定処理の推定結果が信頼できるか否かを、推定精度フラグを参照することにより容易に知ることができるようになる。よって、例えばアイドルリングストップなどのエンジン停止制御中の推定精度フラグがオフである場合には、その時のエンジン停止位置推定結果は信用できないものとして、エンジン停止制御を中止するとか、推定精度フラグがオフであった場合にはエンジン始動時に所定の処理を実行する、といった各種の対策を行うことができる。

【0114】

（変形例）

上記の例では、図5に示したように、モータ角センサ3aからのMG位置信号S_{mg}、クランク角センサ90からのNE信号S_{ne}、カム角センサ92からのG2信号、及びECU70からのTDC信号をモータ制御装置4に供給し、モータ制御装置4が上述のクランク角推定処理を実行している。これに対し、クランク角推定処理をECU70に実行させることも可能である。その場合の構成を図14に示す。クランク角度推定処理をECU70が実行する場合、モータ角センサ3

aからのMG位置信号S_{mg}、クランク角センサ90からのNE信号S_{ne}、カム角センサ92からのG2信号S_{g2}はECU70のみに供給される。ECU70はそれらの信号と、自身がNE信号に基づいて生成したTDC信号を利用して、上述のクランク角度推定処理を実行する。そして、必要に応じて、推定結果に基づいてモータジェネレータ3を制御するための制御指示信号S_cをモータ制御装置4へ供給する。モータ制御装置4は、制御信号S_cに基づいてモータジェネレータ3を駆動し、エンジンの停止制御、始動制御などを実行する。

【0115】

また、上記の説明では、エンジンのクランクシャフトと連動したモータジェネレータを有するエコラン車両やハイブリッド車両を例示しているが、エンジンの起動などの目的で発電機能を有しないモータがクランクシャフトに連結されている車両においても、本発明を実施することができる。

【0116】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明のエンジン停止位置推定装置によれば、モータジェネレータの回転を検出するモータ角センサによりエンジンの反転を検出し、エンジンの回転方向を考慮してクランク角度を推定するので、エンジン停止位置を正確に推定することができる。また、モータ位置信号などに基づいて得られた高分解能の相対クランク角度を、クランク角センサなどに基づいて得られた絶対クランク角度で補正してクランク角度を推定するので、高精度で絶対クランク角を推定することができる。これにより、アイドリングストップ時などにおけるエンジンの停止位置を高精度に推定することができる。また、推定に必要なセンサは通常使用されるものであり、演算処理自体も複雑ではないので、低コストで実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明に係るエンジン停止位置推定処理を行う車両のシステム構成を示す。

【図2】

本発明に係るエンジンの概略構成図を示す。

【図 3】

クランク角センサ及びカム角センサの構成を示す図である。

【図 4】

クランク角センサ及びカム角センサの出力信号波形を示す。

【図 5】

エンジン停止制御によるエンジン回転数の推移を示すグラフである。

【図 6】

エンジン停止制御によるクランク角度位置の変化の様子を示すグラフである。

【図 7】

本発明の実施形態によるエンジン停止位置推定装置の構成例を示すブロック図である。

【図 8】

クランク角度推定処理に使用する各センサ出力信号の性質を示す図表である。

【図 9】

エンジンの反転検出を伴うクランク角度推定例を示す図である。

【図 10】

クランク角度推定方法を説明する図である。

【図 11】

クランク角度推定処理の第 1 実施例のフローチャートを示す。

【図 12】

クランク角度推定処理の第 2 実施例のフローチャートを示す。

【図 13】

クランク角度推定処理の第 3 実施例のフローチャートを示す。

【図 14】

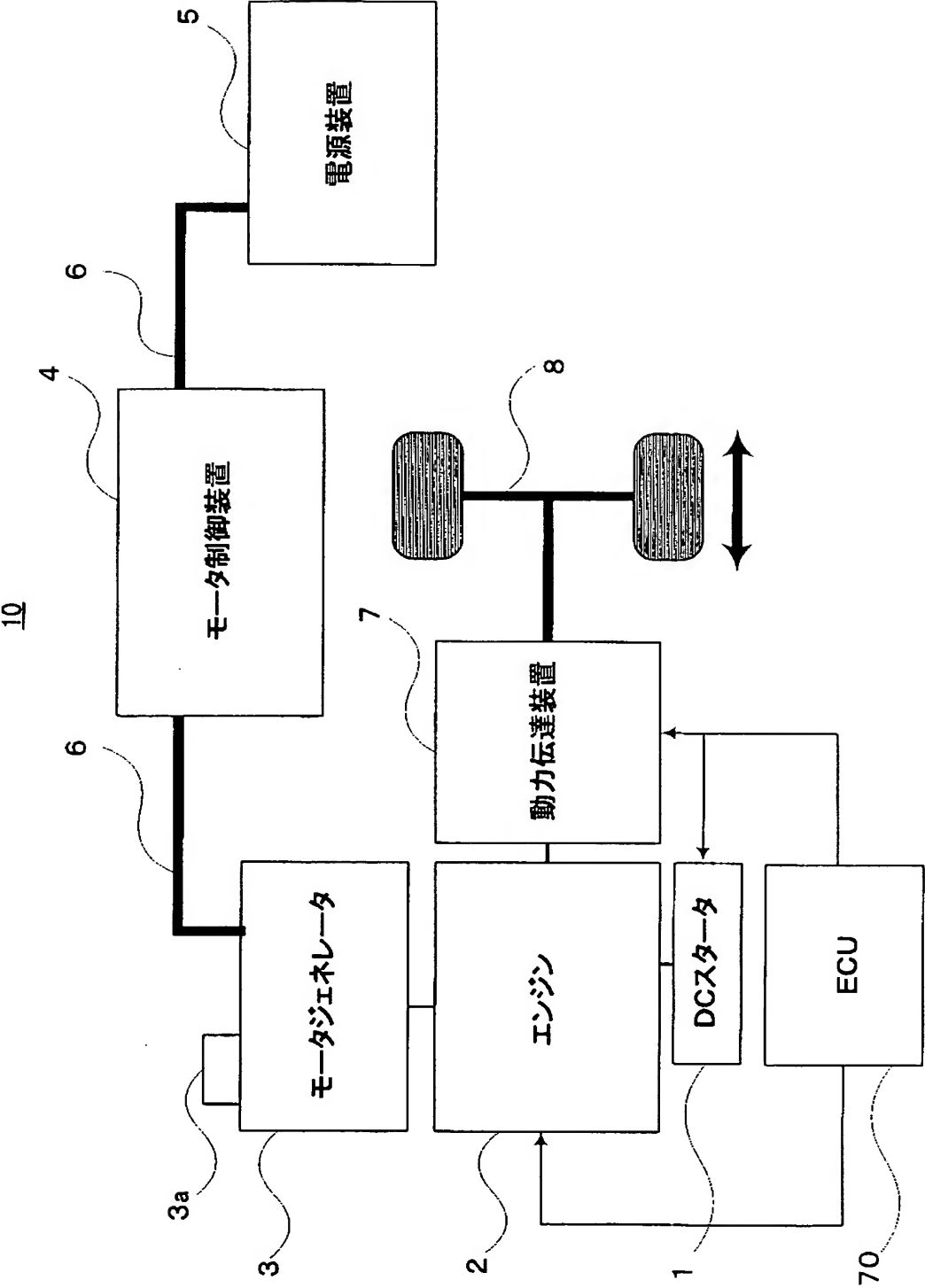
本発明の実施形態によるエンジン停止位置推定装置の他の構成例を示すブロック図である。

【符号の説明】

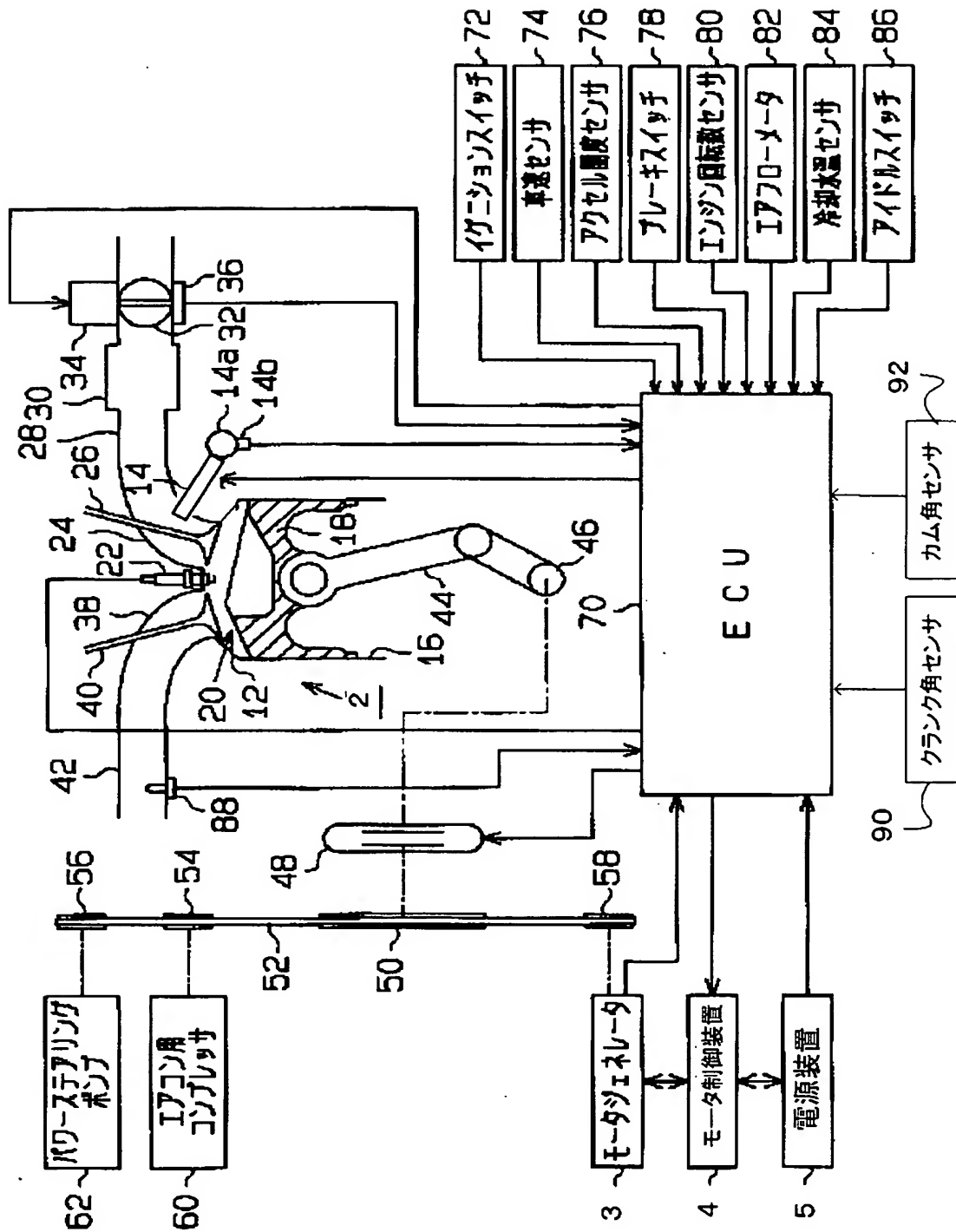
- 1 DC スタータ
- 2 エンジン

- 3 モータジェネレータ
- 4 モータ制御装置
- 5 電源装置
- 6 電源ケーブル
- 7 動力伝達装置
- 8 車輪
- 1 0 車両
- 7 0 E C U
- 9 0 クランク角センサ
- 9 2 カム角センサ

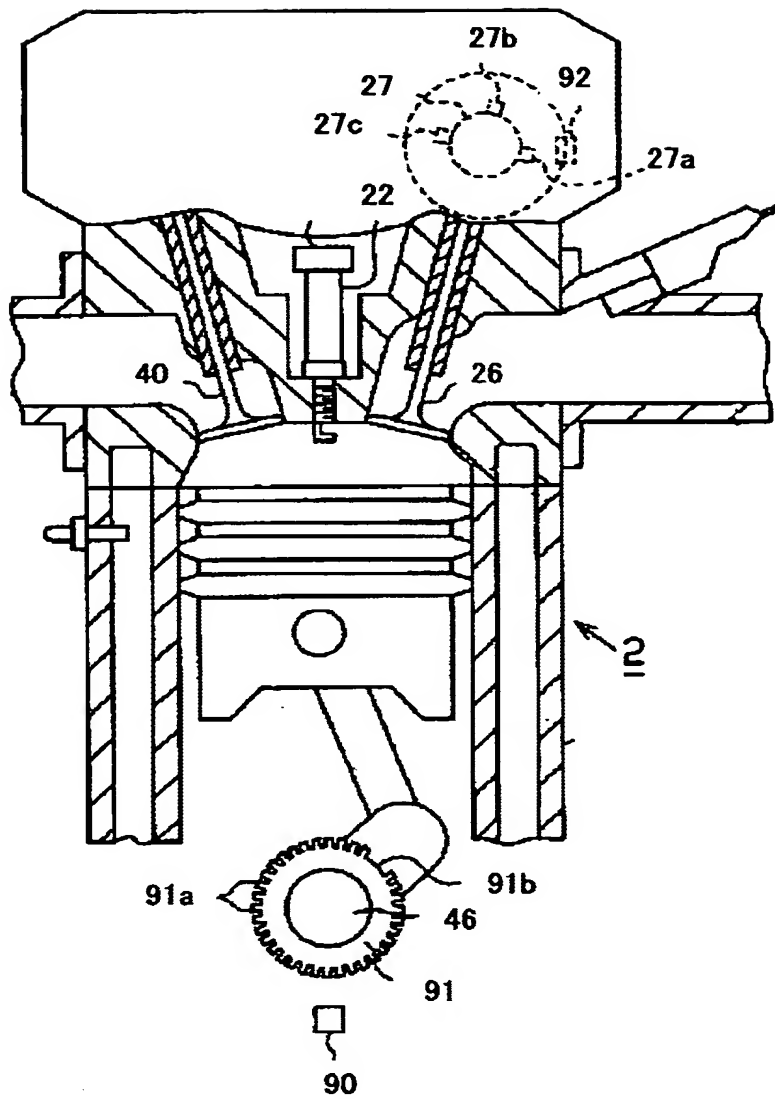
【書類名】 図面
【図 1】



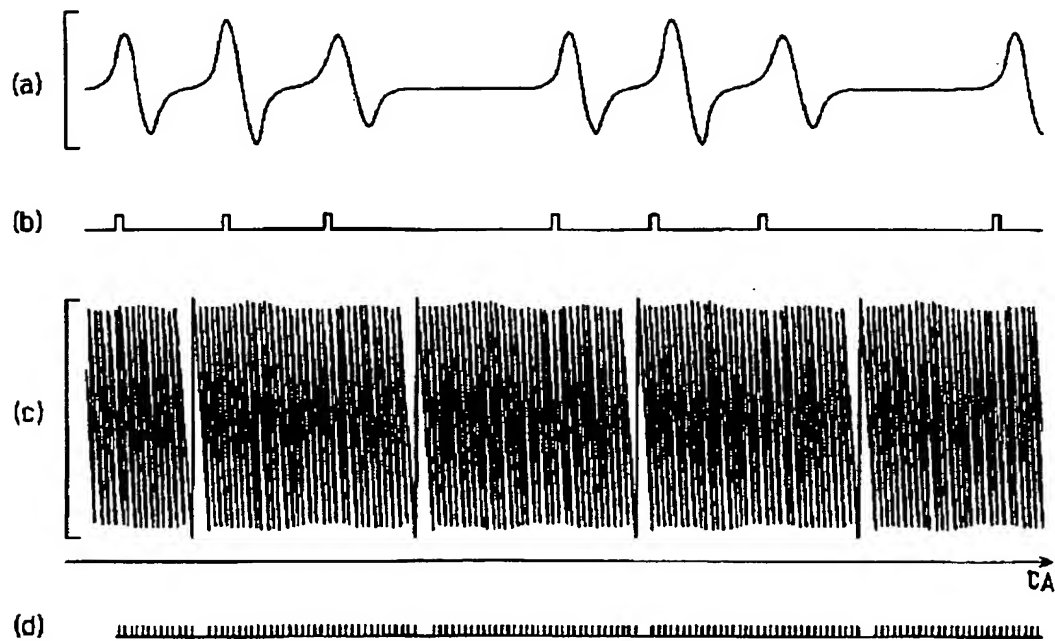
【図2】



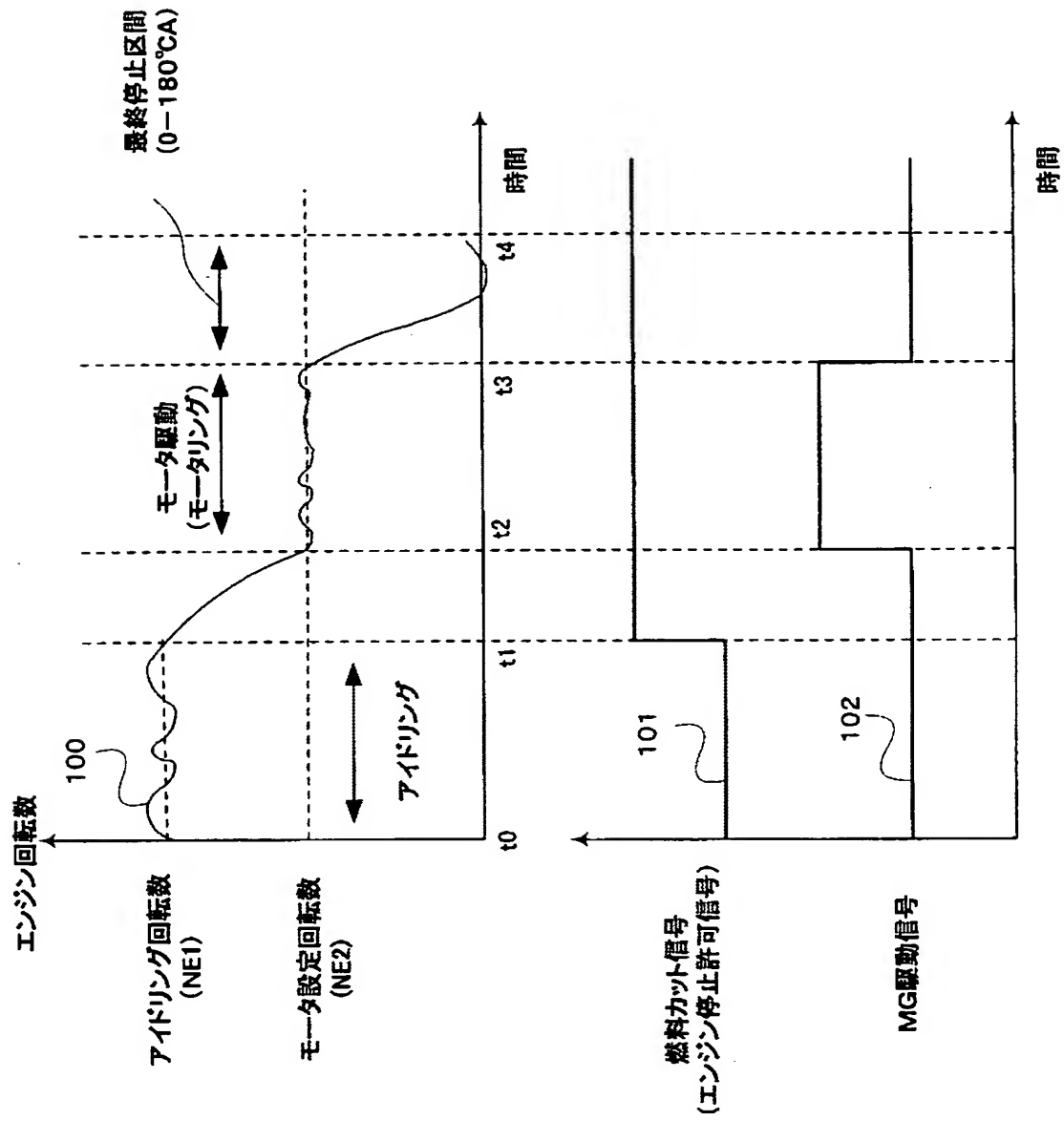
【図 3】



【図 4】

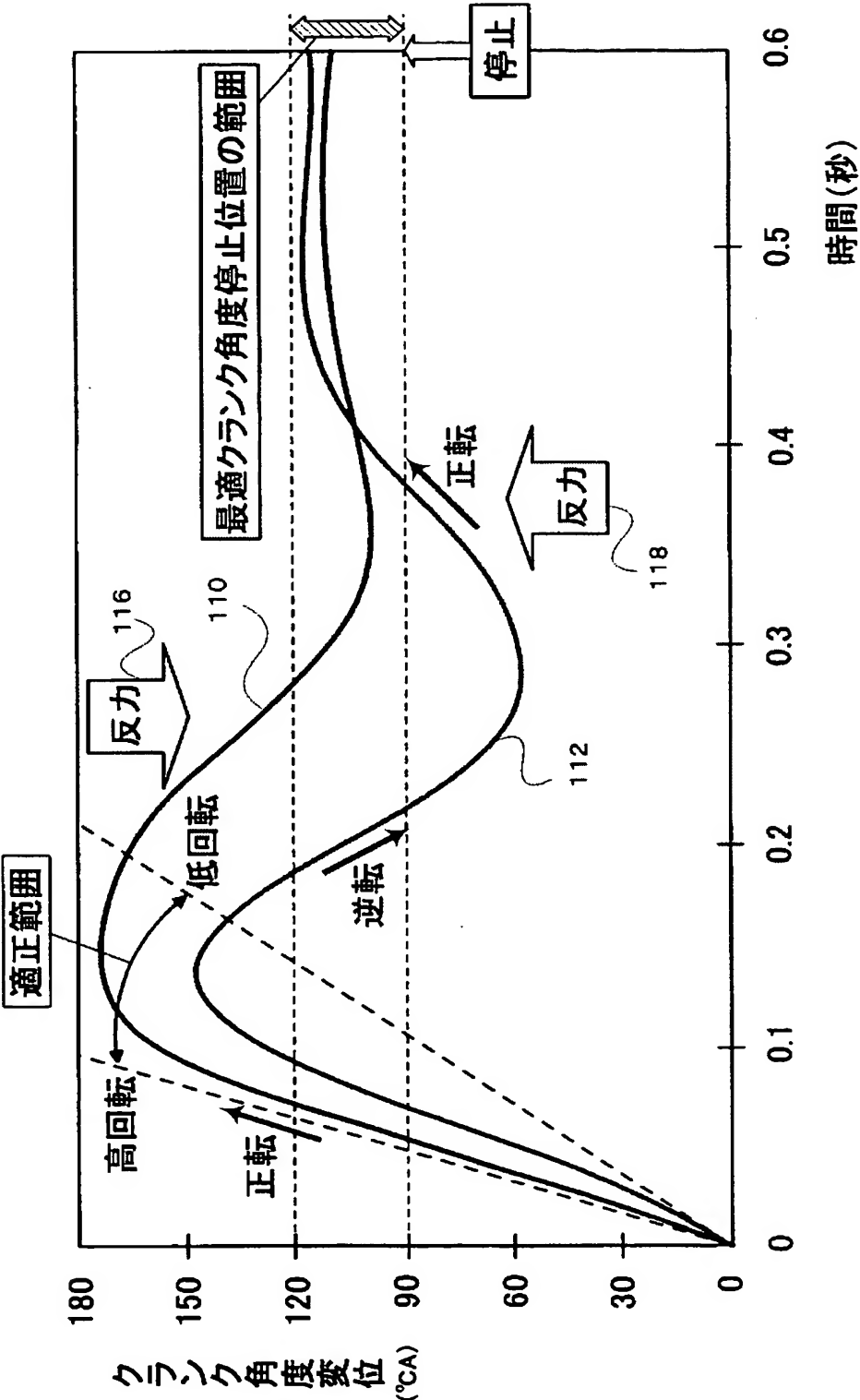


【図 5】

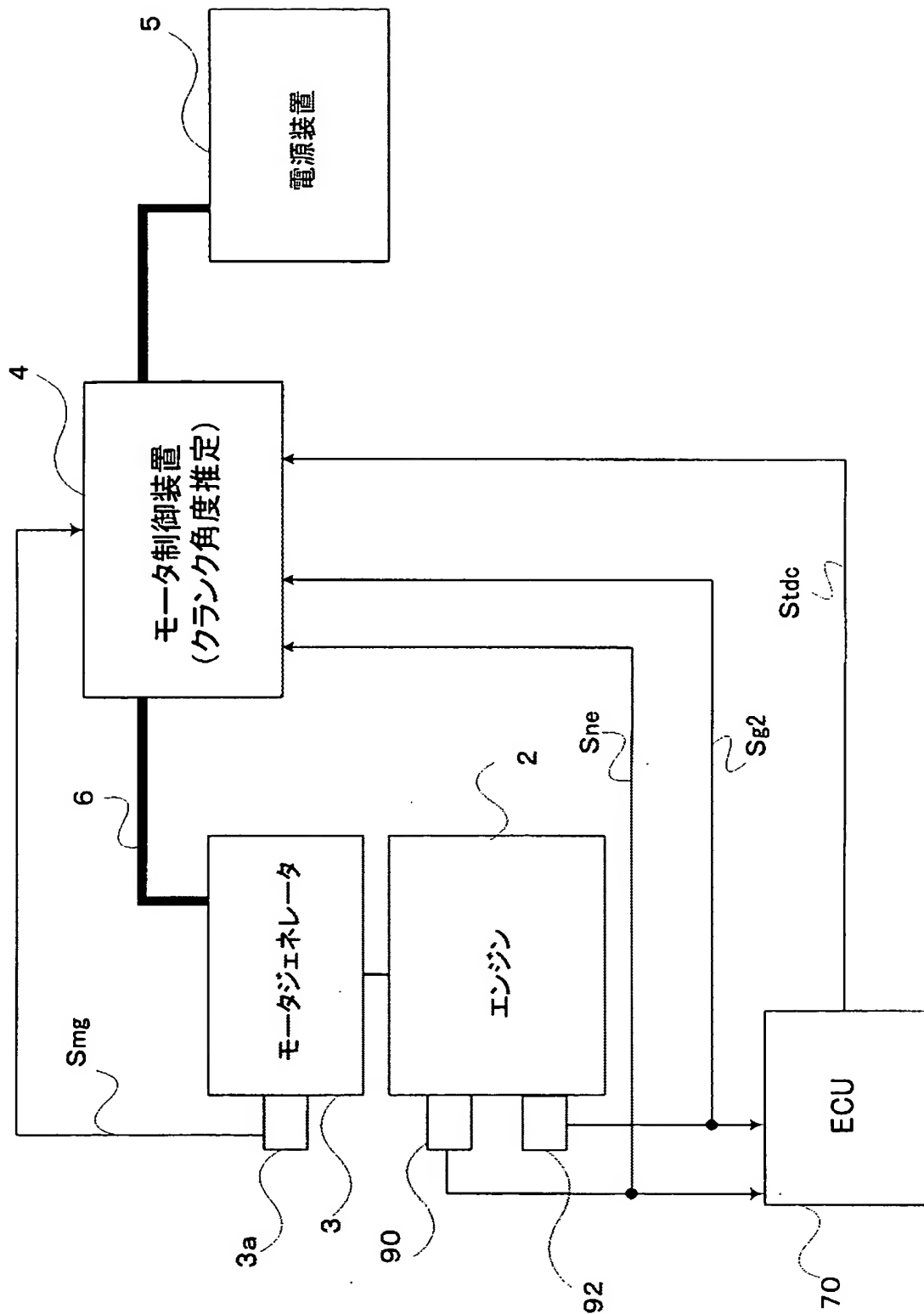


【図 6】

＜ 慣性エネルギーを利用した最適クランク角度停止位置への停止制御 ＞



【図 7】

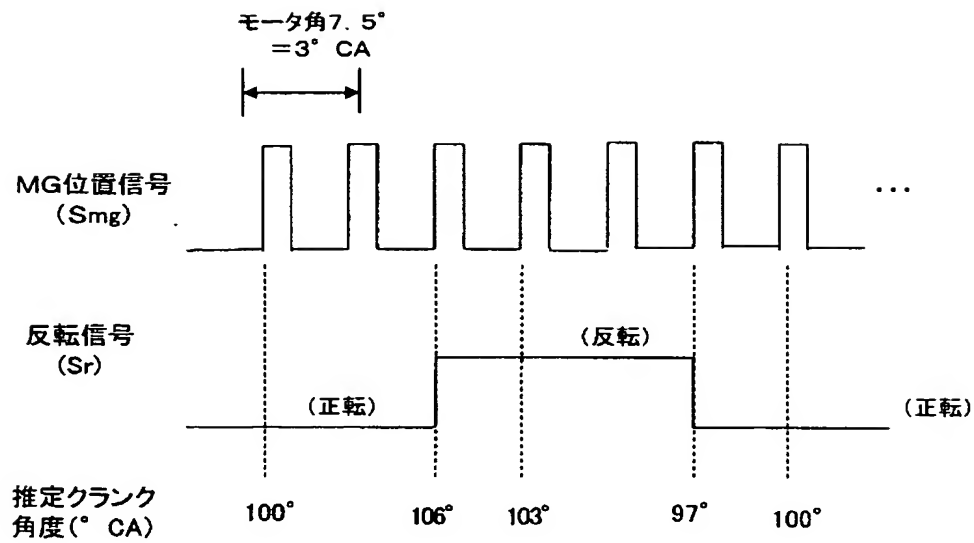


【図 8】

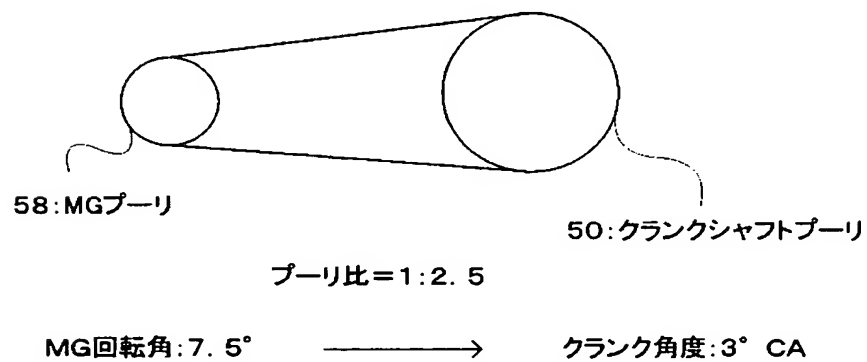
	絶対クラック角度	精度(分解能)	気筒判別	TDC判別	反転検出	低回転時
MG位置信号	×[ベルトすべり]	3°CA	×	×	○	○
NE信号	○	30°CA	×	×	×	×(○)
G2信号	Δ[WTずれ]	720°CA	○	×	×	×(○)
TDC信号	○	360°CA	×	○	×	×(○)

* () 内はMREの場合

【図 9】

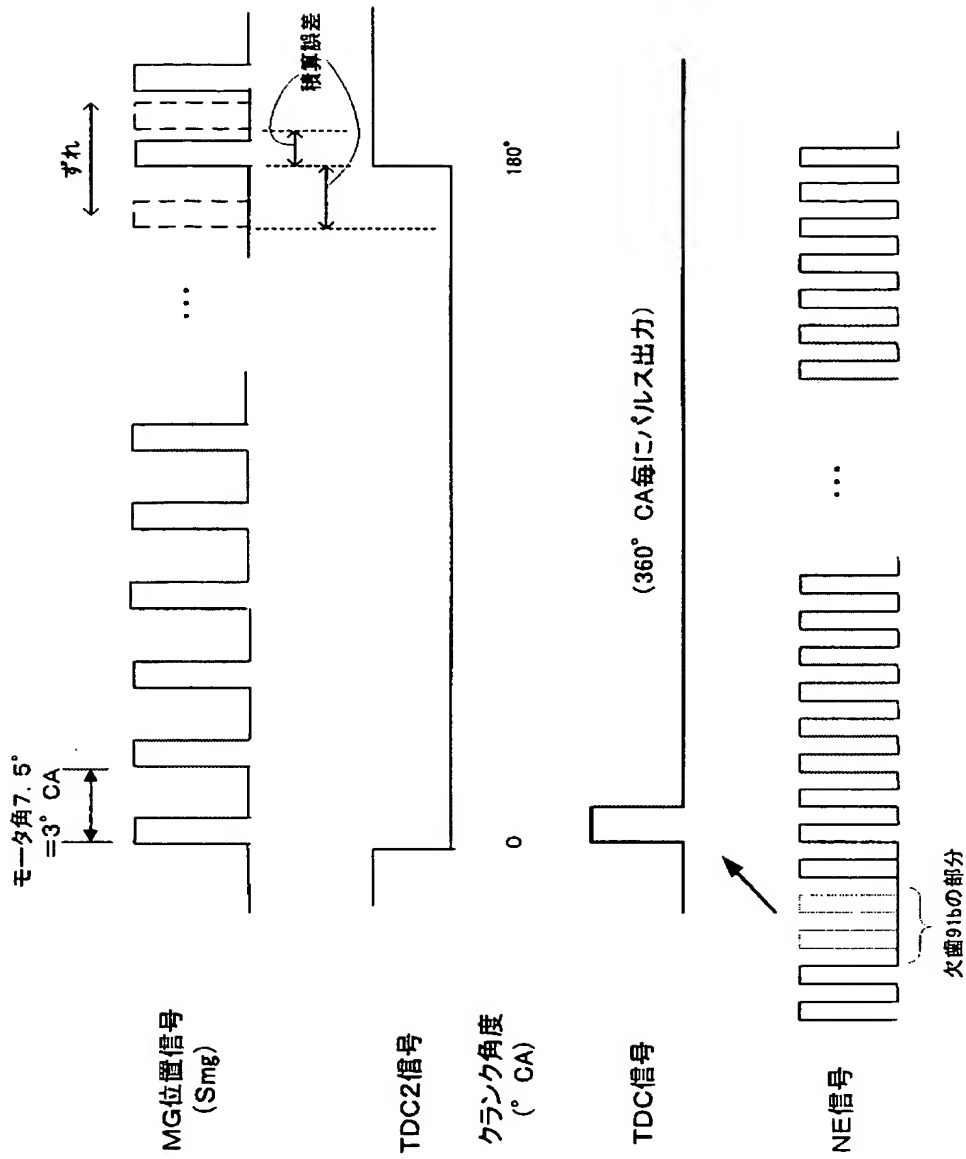


(a)

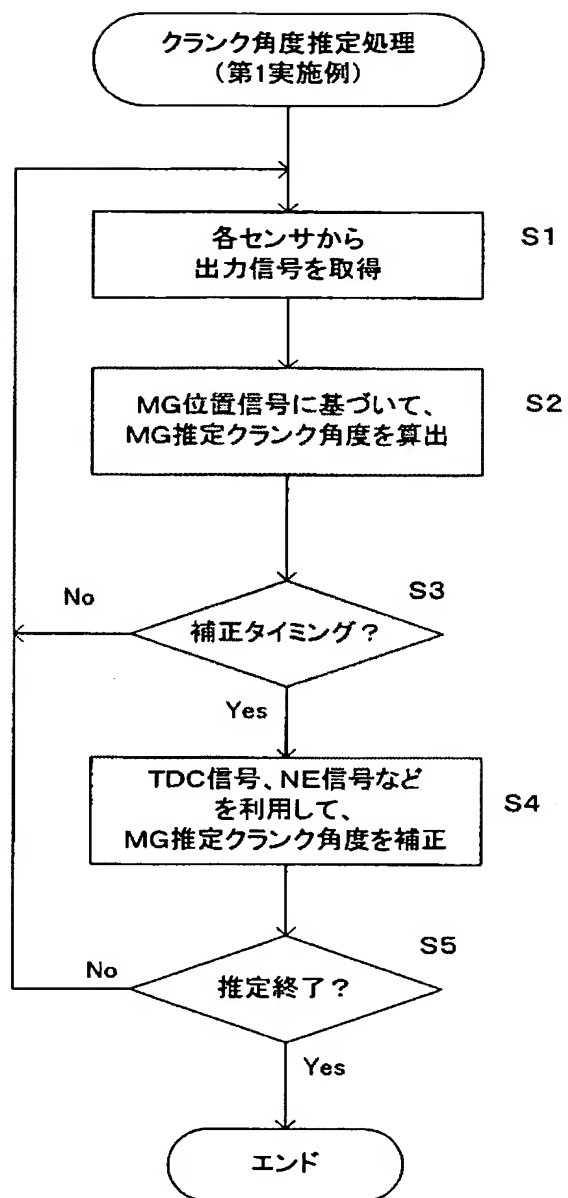


(b)

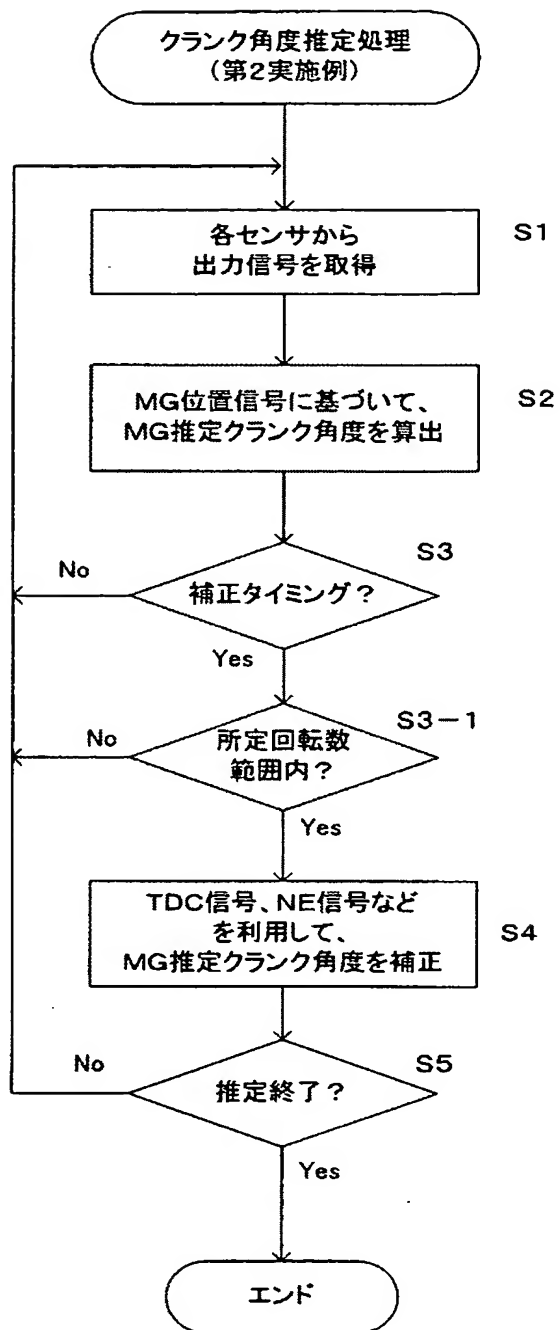
【図10】



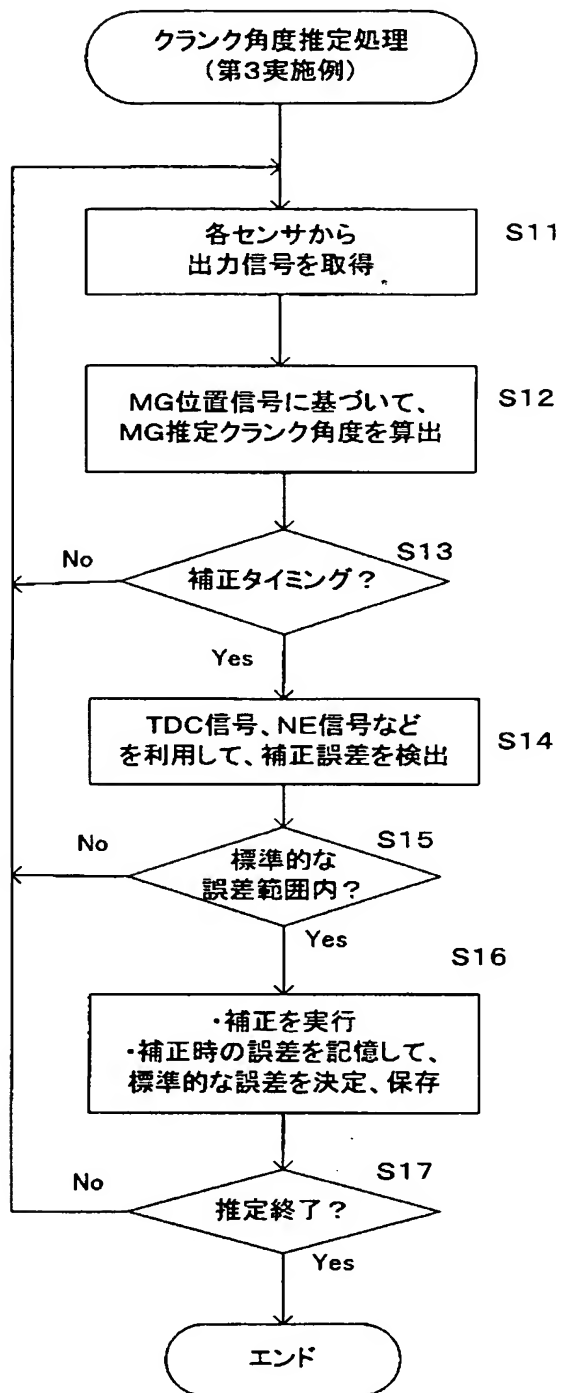
【図 11】



【図 12】



【図 13】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 複雑な演算処理を要することなく、正確にエンジン停止位置を推定する。

【解決手段】 内燃機関の停止位置制御装置は、例えばエコラン車両やハイブリッド車両など、機関のクランク軸にモータ又はジェネレータの機能が連結されたタイプの車両に適用される。モータジェネレータの回転位置はモータ角センサなどにより検出され、機関のクランク角度はクランク角センサなどにより検出される。そして、モータジェネレータの回転位置とクランク角度に基づいて、内燃機関の停止時における停止位置、つまりクランク角度が推定される。両方の検出結果を利用することにより、正確に内燃機関の停止位置を推定することができる。また、モータ角センサの出力から、クランク軸の回転方向を検出することにより、機関停止時に機関が逆転した場合でも、正確に機関の停止位置を推定することができる。

【選択図】 図 7



特願 2 0 0 3 - 0 1 9 0 3 7

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 3 2 0 7]

1 . 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 7 日

[変更理由]

新規登録

住 所

愛知県豊田市トヨタ町 1 番地

氏 名

トヨタ自動車株式会社